

Shouyi Xiaoduxue

兽医消毒学



张振兴　姜　平◎主编

中国农业出版社

S851.36
Z259

封面设计　赵正刚


ISBN 978-7-109-14085-1
9 787109 140851 >

定价：50.00元

兽医消毒学

张振兴　姜　平　主编

中国农业出版社

图书在版编目（CIP）数据

兽医消毒学/张振兴，姜平主编. —北京：中国农业出版社，2009.9
ISBN 978-7-109-14085-1

Ⅰ. 兽… Ⅱ. ①张…②姜… Ⅲ. 兽疫-消毒 Ⅳ. S851.36

中国版本图书馆CIP数据核字（2009）第129450号

中国农业出版社出版
（北京市朝阳区农展馆北路2号）
（邮政编码 100125）
责任编辑 黄向阳

中国农业出版社印刷厂印刷 新华书店北京发行所发行
2010年1月第1版 2010年1月北京第1次印刷

开本：700mm×1000mm 1/16 印张：17.25
字数：270千字 印数：1～5 000册
定价：50.00元
（凡本版图书出现印刷、装订错误，请向出版社发行部调换）

内容简介

本书共分八章，主要介绍有关兽医消毒学的微生物学基础知识，消毒灭菌概论，物理消毒、生物消毒和化学消毒技术与设备，传染病疫源地、动物场、水产养殖场、动物园、兽医院和兽医微生物实验室的消毒技术与消毒方案，以及消毒效果评价方法等。

本书不但适用于农业院校兽医及相关专业的教学用书，也是疫病科研、疫病诊断和基层工作者的重要参考书。

编　写　人　员

主　编　张振兴　南京农业大学

　　　　姜　平　南京农业大学

副主编　李玉峰　南京农业大学

　　　　吴加强　山东省农业科学院畜牧兽医研究所

编　者（以姓氏笔画为序）

　　　　王继华　云南省保山疫苗厂

　　　　尹革芬　云南农业大学

　　　　李玉峰　南京农业大学

　　　　李梅荣　南京红山森林动物园

　　　　吴加强　山东省农业科学院畜牧兽医研究所

　　　　宋勤叶　河北农业大学

　　　　张振兴　南京农业大学

　　　　周振雷　南京农业大学

　　　　姜　平　南京农业大学

　　　　费荣梅　南京农业大学

审　稿　蔡宝祥　南京农业大学

前　言

近半个多世纪以来，世界人口不断增长，人类活动频繁，经济全球化，动物与动物产品国际流通加快，生态环境不断破坏和全球气候持续恶化等，导致一些原已控制的疫病，如结核病、布鲁氏菌病、鼠疫、霍乱、狂犬病、流行性乙型脑炎和血吸虫病等再度暴发流行；新出现的疫病，如禽流感、蓝耳病、疯牛病、艾滋病、冠状病毒性SARS、埃博拉出血热、尼帕病毒脑炎、莱姆病和军团菌病等在世界不同地区相继发生，给人类和动物的健康和安全、社会进步和全球经济发展增加了巨大的压力。兽医学界和医学界与广大科技工作者一样，对当前的形势也十分关注。

兽医消毒学的中心任务是应用不同的消毒技术和方法消灭各种疫病的病原体［微生物、寄生虫（卵）］，切断传播途径，以达到防控疫病传播和扩散的目的。

我们在中国农业出版社的支持下，聚集了一批从事教学、科研和生产一线的工作人员，其中5位为年轻的博士，编写了这本《兽医消毒学》，以飨读者。总的看来是个尝试。

《兽医消毒学》作为一门应用学科，在考虑本书的科学性、系统性的同时，较多地注重其实用性，以适应当前我国疫病防制的迫切需要。本书共分八章，其中，第一、二章分别介绍了消毒学的微生物学基础知识、消毒灭菌概论，第三、四、五章分别介绍了物理、生物和化学消毒灭菌的技术与设备，第六章介绍了化学消毒剂有效成分的检测方法、消毒效果的评价，第七、八章介绍了传染病疫源地、动物场、水产养殖场、动物

园、兽医院与兽医微生物实验室的消毒技术与消毒方案。蔡宝祥教授审阅了全部书稿，在此表示衷心的感谢！

科学技术的发展日新月异，人类的认识也不断深化和提高，加上编者才疏识浅，书中缺点和不足之处在所难免，恳请广大读者批评指正，不胜感谢！

编　者

主要参考文献

[1] 陈溥言主编．兽医传染病学（第五版）．北京：中国农业出版社，2006
[2] 陆承平主编．兽医微生物学（第三版）．北京：中国农业出版社，2001
[3] 张振兴主编．经济动物疾病学．北京：中国农业出版社，1998
[4] 张振兴主编．兽用生物制品制造技术．北京：中国农业出版社，1999
[5] 薛广波主编．实用消毒学．北京：人民军医出版社，1986
[6] 张文福主编．医学消毒学．北京：军事医学科学出版社，2002
[7] 李书建主编．医学消毒实用技术．北京：中国医药科技出版社，1997
[8] 刘丹，梁英正，张远方主编．简明消毒学．沈阳：辽宁师范大学出版社
[9] 郭新彪，刘君卓主编．常用消毒剂和消毒方法．北京：化学工业出版社，2003
[10] 杨华明，易滨主编．现代医院消毒学．北京：人民军医出版社，2002
[11] Russel AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ. Principles and Practice of Disinfection, Preservation and Sterilization. 3rd Edition. London: Blackwell Science Ltd, 1999
[12] 国家质量监督检验检疫总局主编．国际水生动物法典（第三版）．北京：中国农业出版社，2000
[13] 农业部《新编鱼药手册》编撰委员会主编．新编渔药手册．北京：中国农业出版社，2005
[14] 夏春主编．水生动物疾病学．北京：中国农业出版社，2005
[15] 林德贵主编．兽医外科手术学（第四版）．北京：中国农业出版社，2004
[16] 候加法主编．小动物疾病学．北京：中国农业出版社，2002
[17] 邓俊良主编．兽医临床实践技术．北京：中国农业大学出版社，2006
[18] 佘锐萍主编．养殖生产实用消毒技术．北京：中国农业出版社，2004
[19] 巴德年主编．当代疫苗学技术与应用．北京：北京医科大学中国协和医科大学联合出版社，1998
[20] 钱万红，王忠灿，吴光华主编．消毒杀虫灭鼠技术．北京：人民卫生出版社，2008

目　录

前言

绪论 …… 1

第一章　消毒学的微生物学基础 …… 8

第一节　微生物的分类 …… 8

第二节　细菌 …… 9

一、细菌的形态、染色、结构与功能 …… 10

二、细菌的营养、培养与鉴定 …… 12

第三节　病毒 …… 15

一、病毒的形态与结构 …… 15

二、病毒的复制 …… 17

三、病毒的分类 …… 18

四、病毒的变异 …… 19

五、病毒的干扰现象 …… 20

第四节　真菌 …… 20

一、真菌的形态与结构 …… 20

二、真菌的繁殖 …… 22

三、真菌的分类 …… 22

四、真菌的培养 …… 24

五、真菌病的微生物学检查 …… 24

第五节　放线菌、螺旋体、立克次体、支原体与衣原体 …… 25

一、放线菌 …… 25

二、螺旋体 …… 25

三、立克次体 …… 26

四、支原体 …… 26

五、衣原体 …… 27

第六节　微生物的分布 …… 27

一、微生物在外环境的分布 …… 27

二、微生物在动物体的分布 …… 29

第二章 消毒灭菌概论 …… 31

第一节 消毒灭菌的分类 …… 31
一、物理消毒 …… 31
二、化学消毒 …… 33
三、生物消毒 …… 34
第二节 消毒灭菌的基本原理 …… 34
一、杀灭微生物的机制 …… 35
二、热力消毒灭菌的机理 …… 37
三、紫外线消毒灭菌的机理 …… 39
四、电离辐射消毒的机理 …… 42
五、化学消毒的机理 …… 44
第三节 影响消毒灭菌效果的因素 …… 52
一、消毒因子方面的因素 …… 52
二、环境方面的因素 …… 54
三、微生物方面的因素 …… 56
第四节 消毒灭菌方法选择的原则 …… 58
一、选择批准使用的消毒剂和消毒方法 …… 58
二、根据物品污染微生物的种类、数量和危害性选择消毒灭菌方法 …… 59
三、根据消毒物品的性质和消毒的对象选择消毒方法 …… 59
四、选择对物品、人和动物危害小、毒性低的消毒方法 …… 60
五、选择经济效益高的消毒方法 …… 60

第三章 物理消毒灭菌技术与设备 …… 61

第一节 机械性清除 …… 61
一、机械清除的意义 …… 61
二、机械清除技术 …… 61
第二节 热力消毒灭菌技术与设备 …… 62
一、干热消毒灭菌 …… 62
二、湿热消毒灭菌 …… 65
三、热力消毒效果评价 …… 69
第三节 紫外线辐射消毒灭菌技术与设备 …… 72
一、常用紫外线杀菌灯 …… 73
二、紫外线在消毒灭菌中的应用 …… 74

三、紫外线杀菌灯使用中应注意的问题 …… 75
四、紫外线照射消毒灭菌效果评价 …… 77
第四节 电离辐射消毒灭菌技术与设备 …… 79
一、电离辐射装置 …… 79
二、电离辐射在消毒灭菌上的应用 …… 80
三、电离辐射的损伤 …… 81
四、电离辐射的防护措施 …… 81
第五节 微波消毒灭菌技术与设备 …… 82
一、对食品和器具的消毒灭菌 …… 82
二、对医疗卫生用品的消毒 …… 83
三、对日常生活用品的消毒 …… 83
四、微波消毒的优缺点 …… 83
五、微波消毒时注意事项 …… 83
第六节 等离子体消毒灭菌技术与设备 …… 84
一、等离子体发生装置 …… 85
二、等离子体消毒灭菌的应用 …… 85
三、等离子体消毒时注意事项 …… 86
第七节 过滤除菌技术与设备 …… 87
一、常用过滤除菌滤器 …… 87
二、过滤除菌的应用 …… 88
三、过滤除菌的优缺点 …… 89
四、过滤除菌时的注意事项 …… 90
第八节 超声波消毒技术与设备 …… 90
一、超声波发生装置 …… 91
二、超声波消毒的特点及应用 …… 91
三、超声波消毒时注意事项 …… 92

第四章 生物消毒灭菌技术与设备 …… 93

第一节 具有消毒功能的生物种类 …… 93
一、抗菌生物 …… 93
二、细菌 …… 93
三、噬菌体和质粒 …… 94
四、微生物代谢产物 …… 94
五、生物酶 …… 94
第二节 生物消毒的应用 …… 94

一、生物热发酵堆肥 …… 94
二、沼气发酵 …… 95
第五章 化学消毒灭菌技术与设备 …… 96
第一节 常用的化学消毒剂 …… 96
一、含氯消毒剂 …… 96
二、过氧化物类消毒剂 …… 99
三、醛类消毒剂 …… 101
四、环氧乙烷 …… 104
五、醇类消毒剂 …… 107
六、酚类消毒剂 …… 109
七、季铵盐类消毒剂 …… 110
八、其他消毒剂 …… 112
九、复方化学消毒剂 …… 117
第二节 化学消毒用设备 …… 121
一、喷雾器 …… 121
二、二氧化氯发生装置 …… 122
三、臭氧发生器 …… 122
第三节 常用化学消毒液配制与应用 …… 123
一、百分比浓度（%）消毒液配制 …… 123
二、百万分比浓度（ppm）消毒液配制 …… 123
三、标准漂白粉消毒液的配制与应用 …… 123
四、过氧乙酸消毒液的配制与应用 …… 124
五、75%乙醇消毒液的配制与应用 …… 126
六、煤酚皂消毒液的配制与应用 …… 127
七、新洁尔灭消毒液的配制与应用 …… 127
八、洗必泰消毒液的配制与应用 …… 128
九、碘消毒液的配制与应用 …… 128
十、高锰酸钾消毒液的配制与应用 …… 129
十一、戊二醛消毒液的配制与应用 …… 130
十二、甲醛消毒液的配制与应用 …… 131
第六章 消毒剂有效成分的测定与消毒效果的评价 …… 132
第一节 化学消毒剂有效成分的测定 …… 132
一、有效氯含量的测定 …… 132

二、有效碘含量的测定 …… 133
三、过氧乙酸浓度的测定 …… 133
四、过氧化氢浓度的测定 …… 134
五、甲醛含量的测定 …… 135
六、戊二醛含量的测定 …… 135
七、乙醇浓度的测定 …… 136
八、二氧化氯浓度的测定 …… 136
九、臭氧浓度的测定 …… 137
十、环氧乙烷含量的测定 …… 137
十一、醋酸洗必泰含量的测定 …… 138
十二、新洁尔灭含量的测定 …… 138
第二节　标准溶液的配制与标定 …… 139
一、硫代硫酸钠标准溶液 …… 139
二、碘标准溶液 …… 139
三、高锰酸钾标准溶液 …… 140
四、氢氧化钠标准溶液 …… 140
五、高氯酸标准溶液 …… 140
六、四苯硼钠标准溶液 …… 141
七、烃铵盐标准溶液 …… 141
八、硫酸标准溶液 …… 142
九、配制标准溶液时的注意事项 …… 142
第三节　消毒效果的评价 …… 143
一、空气消毒效果的评价 …… 143
二、饮用水消毒效果的评价 …… 145
三、物体表面消毒效果的评价 …… 147
四、皮肤黏膜和手消毒效果的评价 …… 148
第四节　兽医消毒学中常用的数理统计方法 …… 150
一、常用数理统计名词的含义 …… 150
二、常用数理统计方法 …… 151
第七章　兽医消毒技术 …… 156
第一节　动物养殖场的消毒技术 …… 156
一、场地与圈舍的消毒 …… 156
二、空气的消毒 …… 160
三、水的消毒 …… 161

四、动物体表的消毒 …… 165
五、粪尿废弃物的无害化处理 …… 166
六、发病动物产品的消毒处理与病死动物尸体的无害化处理 …… 171
七、家禽孵化室与种蛋的消毒 …… 175
第二节　水产养殖场的消毒技术 …… 176
一、种苗鱼体消毒 …… 176
二、饵料消毒 …… 182
三、食场消毒 …… 182
四、工具消毒 …… 183
五、池塘消毒 …… 183
六、池塘清整消毒 …… 184
七、水体消毒 …… 185
八、周围环境消毒 …… 186
九、水体消毒效果的检测 …… 186
十、化学消毒剂和药物使用的原则 …… 186
第三节　传染病疫源地的消毒技术 …… 187
一、疫源地的概念与区域划分 …… 187
二、疫点的消毒 …… 187
三、疫区的消毒 …… 192
四、受威胁区的消毒 …… 192
五、道路与运输工具的消毒 …… 193
六、工作人员的防护消毒 …… 194
第四节　动物园的消毒技术 …… 195
一、机械清除消毒 …… 196
二、物理消毒 …… 198
三、化学消毒 …… 200
四、生物发酵消毒 …… 203
第五节　动物屠宰与加工场所的消毒技术 …… 204
一、饲养场地和圈舍的消毒 …… 205
二、屠宰加工车间的消毒 …… 205
三、屠宰污水的处理 …… 206
四、冷库的消毒 …… 208
五、运输工具的消毒 …… 208
六、粪便的消毒 …… 209
七、饲养管理人员与器械的消毒 …… 209

八、消毒效果的检查 …… 210
第六节 动物交易场所的消毒技术 …… 210
一、交易场所的选址和必备的消毒设施 …… 211
二、车辆的消毒 …… 211
三、出入人员消毒 …… 211
四、交易场所的消毒 …… 211
第七节 动物医院的消毒技术 …… 212
一、动物医院医疗器械消毒灭菌方法的选择 …… 212
二、动物医院常用消毒灭菌法的适用范围和用法 …… 213
三、诊疗对象及工作人员的消毒 …… 215
第八节 兽医微生物实验室的消毒技术 …… 216
一、实验室应用材料的消毒技术 …… 217
二、兽医微生物实验室常规消毒技术 …… 220
三、生物安全三级实验室的消毒技术 …… 222
第九节 兽医生物药厂的消毒技术 …… 223
一、厂区布局 …… 223
二、生产厂区的消毒与灭菌 …… 224
三、污物、动物尸体与病变组织的无害化处理 …… 230
四、非生产区的消毒 …… 231

第八章 兽医消毒方案 …… 233

第一节 动物养殖场的消毒方案 …… 233
一、规模化猪场的消毒方案 …… 233
二、奶牛场的消毒方案 …… 236
三、鸡场的消毒方案 …… 238
四、毛皮兽场的消毒方案 …… 241
第二节 水产养殖场的消毒方案 …… 242
一、总则 …… 242
二、制定合理的消毒程序 …… 243
三、物件的消毒 …… 244
四、消毒方法选择 …… 244
第三节 动物医院（所）的消毒方案 …… 245
一、兽医院内外环境的消毒 …… 245
二、传染病实验室消毒 …… 247
第四节 动物园的消毒方案 …… 248

一、环境的消毒 …… 248
二、入园动物的消毒 …… 248
三、入园人员、车辆的消毒 …… 248
四、动物笼舍和表演馆的消毒 …… 249
五、水池的消毒 …… 249
六、饲料室及饲料的消毒 …… 250
七、动物体表的消毒 …… 251
八、工具、用具的消毒 …… 251
九、污物、垃圾的无害化处理 …… 251
第五节 兽医生物药厂的消毒方案 …… 252
一、生产区的消毒方案 …… 252
二、动物实验房的消毒方案 …… 256
三、污水、污物、尸体的无害化处理方案 …… 256

主要参考文献 …… 258



绪　论

一、兽医消毒学基本概念

兽医消毒学是在消毒学一般理论与技术基础上研究消毒与动物疾病、动物食品安全和人类的关系，利用消毒学知识和技能来防控动物与人兽共患疫病，保障动物健康、生态环境安全、畜牧生产、食品安全和人类健康的科学。兽医消毒学是消毒学的一个分支，与医用消毒学的关系十分密切，但范围更广，对象更为复杂，层次更深；同样，兽医消毒学也是一门边缘应用学科，与物理学、化学、兽医传染病学、兽医微生物学、公共卫生学、食品卫生检验和畜牧学等学科密切联系，而又相互渗透。

自古以来，人类、动物、植物和微生物就共同生活在地球上。在生物群体中，就微生物而言，既有对人、动物和植物有益的，具有促进健康的功能；然而，也有一部分微生物对人、动物、植物有害，甚至会造成灾难，如人与动物疫病的流行和植物病害的灾荒等等。在医学与兽医学上，能引起人和动物罹病的微生物称为病原微生物。它们既能在侵人机体后在体内繁殖，乃至会致病、致畸、致残、致死；又会在排出后在外界环境中生存扩散、停留，传播蔓延，引发疾病的流行。

消毒的目的就是要清除、杀灭外界环境中的病原微生物和有害微生物，以保护人与动物免受其感染。至于清除或杀灭机体内的病原微生物与有害微生物的过程则为治疗的部分功能。

随着全球人口的增长，人类活动的扩张，一些原始地域的自然疫源性疾病必然暴露出来，危及动物与人类社会安全。“大灾之后必有大疫”，突发的自然灾害（地震、洪水泛滥、山洪地崩）之后，首要考虑的是人兽大疫，它关系到千百万人的生存和灾后重建。由于生物战争和生物恐怖的出现，一些人为的病原微生物也可能会危害到人和动物的安全，甚至会造成悲惨的境地。凡此种种，只有利用最快速、最有效的消

毒灭菌措施加以控制，才能保护人类和动物安全。这些也是兽医工作者的中心任务之一。

1. 消毒（Disinfection） 消毒是指利用物理、化学或生物学方法清除或杀灭外界环境中的病原微生物及其他有害微生物，而达到无害程度的过程。消毒的含义：一是清除或杀灭病原微生物和有害微生物，不是清除或杀灭所有微生物和芽孢、孢子；二是仅要求将病原微生物和有害微生物减少到无病害的程度，并不要求所有有害微生物全部杀灭。消毒剂是指能杀灭病原微生物和有害微生物的药物。

2. 灭菌（Sterilization） 灭菌是指利用物理或化学方法清除或杀灭一切活的微生物及其芽孢、孢子、感染性核酸、朊病毒，包括致病性微生物和非致病性微生物，而达到无菌程度的过程。灭菌的含义是清除或杀灭一切微生物。灭菌剂是指能杀灭一切微生物（包括细菌繁殖体、芽孢，真菌与孢子，病毒等）的药物。兽医上常用的灭菌剂有甲醛、戊二醛、环氧乙烷、过氧乙酸等。

3. 防腐（Antisepsis） 防腐是指利用物理或化学方法杀灭或抑制微生物发育、繁殖，以防止其扩散或污染的过程。防腐的含义是指抑制微生物的生长繁殖或杀灭微生物。防腐剂是指能抑制微生物生长繁殖的药物。防腐剂与消毒剂只是根据用途和特性而分，低浓度的消毒剂仅能抑菌，而有些高浓度的防腐剂也能杀菌，但两者不可交换使用。

二、兽医消毒的分类

消毒是兽医卫生防疫工作中的一项不可或缺的工作，是预防和扑灭传染病的重要措施。在目前集约化、规模化养殖业迅速发展之际，消毒工作显得特别重要，已成为畜产品生产和人类健康安全必不可少的关键措施之一。根据消毒的目的，可分以下三种情况。

1. 预防性消毒 消毒是预防动物传染病发生和保障养殖业生产健康发展的关键措施。众所周知，动物群体无时无刻不在排污，在污物中也时时存在着病原微生物和有害微生物向外界环境扩散。因此，必须结合平时的饲养管理对动物圈舍、场地、用具、排泄物和污物、污水等进行定期的消毒或无害化处理。即使在屠宰加工场所和动物交易场所也应该进行定期消毒，以达到预防疾病的发生和阻止有害微生物危害的目的。预防性消毒通常1～3天进行一次，每1～2周还要进行一次大规模消毒。

2. 临时性消毒 消毒是控制疫情、扑灭传染病和新的不明原因疾病的必要措施之一。在疫情发生期间，当传染病暴发之初，在对疫点采

取封锁、隔离同时进行的紧急消毒措施称为临时性消毒。这种消毒措施愈严密、愈彻底、愈全面（圈舍、场地、器具、物品、污物、水源、车辆等），则效果愈明显，可有效地消灭传染源排出散播在外界环境中的病原微生物，可有效地控制疫情的蔓延，把疫情控制在最小范围内，尽快控制和扑灭疫情。紧急时期的临时性消毒应反复进行多次，患病动物的隔离圈舍应一天消毒两次或随时进行消毒。

3. 终末性消毒 对疫点、疫区内可能残存的病原体进行全面彻底的消毒是重建健康生产群的必备条件之一。在患病动物解除隔离、痊愈或死亡后，或者在疫点、疫区解除封锁之前进行的全面、彻底的大规模消毒称为终末性消毒。国家在对疫点、疫区的疫情扑灭，经终末性消毒验收合格后方可宣布解除封锁。

三、消毒学发展历史

病原体在自然界的出现与存在，以及导致动物和人类疾病的发生，如同人类的出现和存在一样长久。同样，人类在与生存环境的斗争过程中也逐步发展了与病原体和疾病斗争的技能，其中消毒灭菌和杀虫灭鼠等技能的发展过程就是人类的一部消毒学发展史。消毒学发展史可概括为 3 个阶段，即公元前时期的萌发阶段、20 世纪前的经验应用阶段和近代发展阶段。

第一阶段 公元前萌发阶段

在我国，消毒学的出现历史悠久，源远流长。据文献记载，早在公元前 17 世纪殷商时期就已懂得饮用煮沸的开水能防止生病；在出土的商代（公元前 1766—1122 年）甲骨文中，就记载有做酒时要先经煮（消毒灭菌）开、冷却后，再接种“老底”，以防败坏。在国外，早在公元前 3000 多年，先后有 Mose 对火焰灭菌作了详细的记述，以及 Susrula 提出用煮沸的水清洗创伤部位和医生的手，以防止创口腐烂等做法；在公元前 322 年，古希腊学者亚里士多德向亚力山大大帝建议让士兵饮用开水和掩埋粪便等措施，以防止疫病在军中的流行等等。这些在公元前几千年人类生活实践中萌发的消毒意识与经验，无疑地成为消毒学的基础。

第二阶段 20 世纪前全面发展阶段

消毒学作为一门科学是在公元 1800 年左右形成的。据记载，我国在公元 533 年北魏贾思勰的《齐民要术》中就有用茱萸消毒井水的记载；在 16 世纪明代李时珍的《本草纲目》中，记载有用蒸汽消毒病人

衣物以防传染病的描述；到了清代，在医学著作中对消毒的作用和方法都有了详细的记载。在国外，这时期的成就更为突出，首要的是在1683年荷兰人吕文虎克（Antony Van Leenwenhoek）用自制的显微镜首次观察到微生物，这项发明给消毒灭菌提供了验证手段；在1485年威尼斯用食醋熏蒸信封，以防止疾病的传染，又将消毒技术的应用范围推进了一步。在此期间，巴斯德（Louis Pasteur，1822—1895）先后用实验证明了装在一个颈细长而弯曲玻璃瓶中的肉汤经煮沸消毒后可久置不败坏，以及阐明了酒的败坏是由于原料未经消毒灭菌所致。1871—1897年，Wells提出在动手术之前，先对术者的手、手术器械和一切手术物品进行严格的消毒，可防止手术后感染，大大提高了手术的成功率。1865年，Lister在做骨折手术时采用了石炭酸消毒，防止手术后的感染，从而降低了死亡率。在此期间，先后出版了《创伤感染的研究》和《病原微生物的研究》（Koch）及《科学的灭菌》（1897）等，系统地阐述了无菌技术的应用。由此奠定了消毒学的微生物学理论，同时也使消毒技术和经验更加成熟。

第三阶段　近代消毒学的发展

自19世纪中后期以来，消毒灭菌、防腐技术有了迅猛的发展，除一些经典的热力消毒技术和生物掩埋外，在化学消毒灭菌及物理消毒灭菌技术上都有新的发明。诸如研制出甲醛、戊二醛、环氧乙烷、碘伏、新洁尔灭、洗必泰和84等一批中高效消毒杀菌剂，以及电离辐射、紫外线、等离子体等高效灭菌技术与设备，进一步给医疗卫生、药品与食品安全乃至在天灾与战祸的消除中都起了巨大的作用。消毒科学的发展对人类的安全、健康和幸福是最直接的、影响巨大的一门学科！

四、消毒在兽医学上的作用与应用

引起动物和人罹病的微生物称为病原微生物（致病性微生物）和有害微生物，其不仅在侵入机体后在体内生长繁殖致病，而且还能以多种方式从感染机体（传染源）向外排出扩散而成为疫源地和疫点。消毒的目的就在于清除或杀灭外环境中的病原微生物和有害微生物，以保护动物的健康与人类的生命安全。

1. 防控传染病　传染病由活的病原体在感染动物机体内一定部位生长、繁殖并引起一系列病理反应，还能以一定方式（传播途径）不断地将病原体向外排出扩散、从感染机体（传染源）向未感机体（易感者）转移传播。病原体这种不断转换宿主的过程，在流行病学上称为传

染病的流行过程。消毒的目的和意义就在于切断传染病发生、流行过程中的三个环节中（传染源、传播途径、易感动物）的传播途径环节，消灭传染源散播在外界环境中的病原体，阻止疾病的蔓延。在兽医上对一些烈性传染病（如炭疽、口蹄疫、高致病性禽流感等）的疫源地必须进行严格消毒，甚至对疫源动物也要作无害化处理，以达到灭绝病原的目的，从而有效地切断传播途径，阻止疫病继续蔓延。

消毒是预防传染病的重要措施。传染病的传播途径是指病原体在转换宿主过程中在外界环境中停留、转移的历程。不同类型的传染病具有不同的传播途径，消毒对象和作用也不同。

（1）*消化道感染传染病* 主要是通过被粪、尿、唾液等排泄物或分泌物污染的饲料、饮水、食具、用具传播的，经消化道感染的疾病，如大肠杆菌病、沙门氏菌病、轮状病毒性腹泻、猪流行性腹泻、猪瘟、细小病毒病等。由此可见，切实做好环境、饲料与加工场所、水源、食具、用具的消毒则是防控此类传染病的重要措施。

（2）*呼吸道感染传染病* 主要是通过口、鼻分泌物污染的空气、飞沫、尘埃传播的，经呼吸道感染的疾病，如结核病、流行性感冒、猪繁殖与呼吸综合征、猪接触传染性胸膜肺炎等。据此，重点强化养殖场内空间和动物体表的消毒是十分必要的。

（3）*皮肤黏膜直接接触感染传染病* 如传染性脓疱、水疱性口炎、马传染性子宫炎、钩端螺旋体病、阴道加德纳菌病等是通过皮肤黏膜直接接触或透过或经损伤伤口传播感染的疾病。因此，可采取对皮肤黏膜和环境、用具的消毒来进行预防控制。

（4）*虫媒传染病* 如流行性乙型脑炎、蓝舌病、赤羽病、牛流行热、鹿流行性出血热等的传播途径是媒介昆虫，有效的切断措施是杀虫。然而，有些虫媒病原体在特殊情况下可以通过污染的空气、器械与物体表面而造成内部感染，因此对兽医院、动物饲养场、实验室采取一些常规的消毒措施是十分必要的。

2. 防控感染性疾病 感染性疾病是指由非特定病原微生物引起的或由特定病原体的代谢产物（毒素）所致的疾病，如外科感染病、泌尿生殖系统感染疾病、病原性变态反应疾病、五官科感染疾病和肿瘤等。虽然这类疾病并无明确的传染来源，但可以确定其致病因子为来自外环境或动物自身体表和浅表体腔的病原微生物和有害微生物。因此，在防止这类疾病的发生时，采取对环境、体表、体腔进行有效的消毒是非常必要的。

3. 防控交叉感染性疾病 交叉感染性疾病主要发生在兽医院（所）、兽医诊断室、兽疫实验研究室与实验动物房。这些场所由于病例、病料、动物与人员出入繁杂以及进出物品多样，故被污染的病原微生物和有害微生物也多种多样，如葡萄球菌、链球菌、肠杆菌、假单胞菌、气单胞菌、梭状芽孢杆菌、支原体、霉菌与轮状病毒、细小病毒等，因此，交叉感染的疾病也十分复杂。由此可见，切实制定、执行此类场所的消毒规则就显得十分重要了。

4. 防控毒素性饲料中毒症 毒素性饲料中毒最典型的例子是肉毒梭菌毒素中毒症、牛甘薯黑斑病中毒症和黄曲霉毒素中毒症，前者病原体是肉毒梭菌，后两者为霉菌，动物的霉变饲料中毒症几乎都是霉菌引起的。这些病原微生物广泛存在于自然界，分布于土壤、腐败的肉类饲料、空气和籽实上。采取对常发地区的土壤、环境和空气、粮食饲料仓库进行物理或化学方法消毒是防止此类疾病发生的有效措施之一。

5. 防控重大建设工程的自然疫源性疾病 重大建设工程中常有破坏原有生态系统的工程，如大型水利建设工程（渝鄂三峡工程等大面积生态环境改造）、原始地区开山筑路（青藏铁路）、大范围开垦土地（黑龙江、新疆等地区，北大荒垦荒）等建设工程，在破坏了原有的生态系统（地形地貌、植物、兽类）的同时，又不断的进入新的未适应的易感人群、动物群和植物群，从而形成的新的生态环境系统，其中存在着许多种相互感染与自然疫源性传染病病原体，如流行性出血热、森林脑炎、尼帕病毒、狂犬病、非洲猪瘟、伪狂犬病、口蹄疫、犬瘟热、蓝舌病、流行性乙型脑炎和钩端螺旋体、莱姆病（伯氏疏螺旋体）、Q 热（贝氏柯克斯体）、鼠疫、蜱传斑疹伤寒、鼠型斑疹伤寒、土拉杆菌病、布鲁氏菌病和李氏杆菌病等。自然疫源性疾病的病原与新进入的动物和人群的病原混杂，往往会造成多种疾病的发生和流行。因此，对重大建设工程项目应进行前、中、后系统的流行病学与环境卫生学监测，并及时地采取全过程大范围的消毒、灭鼠、杀虫和免疫预防等措施，以防止疫病的暴发流行。

6. 防控突发的自然灾害性疾病 自然灾害是指地震、海啸、飓风暴雨、山洪暴发、洪水泛滥等突发的自然灾害，这些在地域广阔、地形复杂的我国更是频繁发生，应加倍引起重视！自古以来，就有“大灾之后必有大疫”之说，这是由于在灾害发生后自然环境遭到破坏，例如水灾造成土壤中病原微生物特别是炭疽、破伤风梭菌等病菌芽孢冲出地表广泛散播，以及土壤深层的病原微生物冲出地表；水灾、森林火灾等灾

害迫使众多的野生动物四处流窜而散播自然疫源性疾病；以及突发性灾害造成污物、死尸等腐烂，污染环境而引发呼吸道疾病、肠道疾病与虫媒传染病的暴发流行。因此，在突发性灾害之后，必须及时地对大范围的污泥、浊水和废物等实施大规模的清除与消毒、杀虫、灭鼠等工作，以遏制“大灾之后必有大疫”的发生。

7. 消除生物战争与生物恐怖的污染 生物战和生物恐怖如同化学战、核战争一样是杀伤力极强、危害极深的战争。生物战争使用的病原微生物（炭疽杆菌、鼠疫杆菌、痢疾杆菌、肝炎病毒、肠道病毒等），其扩散面广，涉及各种动物（家养的、野生的、观赏的）和人，加上对其不易预测，故在战前必须制定周密的反生物战预案。简单的生物战剂仅是抵抗力极强的病原微生物与附载体，复杂的生物战剂则加有保护剂以增强保护病原微生物的毒力。反生物战和反恐怖的消毒，往往采用广谱、高效、速效的物理消毒法和化学消毒法，既具有强大的消毒力与杀灭力，又能破损保护剂。

（张振兴）

第一章 消毒学的微生物学基础

消毒的目的是清除或杀灭病原微生物和有害微生物，以防控传染病与感染性疾病的发生，保护动物与人类的健康安全。因此，研究消毒学和从事消毒工作必须具备微生物学基本知识和技术，诸如微生物的形态、结构、功能、代谢、抗药性等内容。

第一节 微生物的分类

整个生物界分为细胞性生物与非细胞性生物两大类，前者如动物、植物和大部分微生物，其基本结构单位是细胞；后者如病毒、感染性核酸等，无完整的细胞结构，仅有核酸与蛋白质外壳。微生物是一类个体微小、结构简单的生物群体，种类十分繁多，目前已发现10万种以上。根据微生物的结构可分为如下三类。

1. 原核细胞型微生物 这类微生物仅有原始核而无核膜与核仁，细胞质中无细胞器。包括细菌、立克次体、支原体、衣原体、螺旋体和放线菌。其特点见表1-1。

2. 真核细胞型微生物 这类微生物的细胞核分化为核仁、核膜和染色体，细胞质中有完整的细胞器。包括原生动物、真菌和一些藻类。其特点见表1-1。

表1-1 主要微生物的特点

微生物	直径（纳米）	化学组成	繁殖方式	药物敏感性*	染色性
真菌（Fungus）	2 000～10 000	复杂，蛋白质，多糖，脂肪；胞壁有纤维素与几丁质；核酸为DNA与RNA	主要为无性孢子繁殖与有性孢子繁殖；可在人工培养基上生长	不敏感	可用多种染色剂染色

（续）

微生物	直径（纳米）	化学组成	繁殖方式	药物敏感性*	染色性
放线菌（Actinomyees）	1 000±	与细菌相似	主要为无性孢子繁殖；可在人工培养基上生长	敏感	苏木素伊红、革兰氏染色等
螺旋体（Spirochaeta）	100～200X 6 000～20 000	与细菌相似	以横分裂方式繁殖，少数可人工培养	敏感	镀银染色
细菌（Bacterium）	500～3 000	复杂，多种蛋白质与酶、糖、脂肪；核酸为 RNA 与 DNA；细胞壁含黏肽	二分裂方式繁殖，可在人工培养基上生长繁殖	敏感	可用多种染料染色
立克次体（Rickettsia）	250～400	与细菌相似	在活细胞内以二等裂殖法繁殖	敏感	可用多种染料染色
支原体（Mycoplasma）	150～1 000	与细菌相似，但无细胞壁	可在人工培养基上以芽生方式繁殖，但营养要求高	抗青霉素、磺胺类药，对卡那毒素、四环素敏感	可用多种染料染色，但着色较差
病毒（Virus）	15～250	蛋白质外壳，内为 RNA 或 DNA	在细胞内复制增殖	不敏感	在电镜下用重金属盐染色
感染性核酸（类病毒，Viroid）	分子量 75×10^3～100×10^3	仅有 RNA	在活细胞内复制	不敏感	

* 指对青霉素、四环素族抗生素与磺胺类药物

3. 非细胞型微生物　这类微生物更微小，能通过细菌滤器，仅能在活细胞内复制增殖。其特点见表 1－1。

在兽医学上，根据微生物对动物和人致病性的有无将原核细胞型微生物、真核细胞型微生物和非细胞型微生物分为致病性微生物与非致病性微生物两类，在消毒学上主要研究致病性微生物。

第二节　细菌（Bacterium）

细菌是一类单细胞，短而细，大小约 0.5～5 微米×0.5 微米，结构简单，细胞壁坚韧，属二等分裂方式繁殖和水生性较强的原核微生物。

一、细菌的形态、染色、结构与功能

（一）形态与染色

细菌的基本形态有球状、杆状和螺旋状三类。球状细菌称为球菌，依其相互联结的形式又可分为单球菌、双球菌、四联球菌、八垒球菌、链球菌和葡萄球菌等。杆状的细菌称为杆菌，有短杆（球杆）状、棒杆状、梭状、梭杆状、月牙链状、栅状、八字状以及有鞘衣的丝状等。螺旋状的细菌称为螺旋菌，若螺旋不满一环的称弧菌（弯曲菌），满 2～6 环的小型、坚硬的螺旋状细菌称为螺旋菌，旋转周数在 6 环以上的螺旋状细菌则称为螺旋体。

在自然界存在的细菌中，杆菌最常见，球菌次之，螺旋菌最少。近年来，还发现一些形态如三角形、方形和圆盘形的细菌。

度量细菌大小的单位是微米（μm），度量其亚细胞构造则用纳米（nm）。细菌细胞经染色剂染色后，在光学显微镜下可观察到细菌形态、结构和大小。细菌的染色方法很多，不同的细菌着色能力也不完全相同。常用的染色方法如图 1－1。其中，革兰氏染色法具有十分重要的价值，可将几乎所有的细菌分成革兰氏阳性菌与革兰氏阴性菌两个大类，是分类鉴定细菌种类的重要指标。

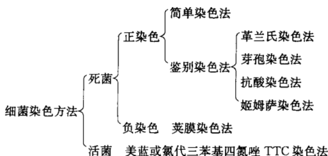


图 1－1　细菌的常用染色方法

（二）构造与功能

细菌细胞的基本结构有细胞壁、细胞膜、细胞质、核质体等。有些细菌还有鞭毛、菌毛、性菌毛、荚膜和芽孢等（图 1－2）。

1. 细胞壁　是位于细胞最外一层厚实、坚韧的外壳，主要由肽聚糖构成，具有固定外形和保护细胞等功能。细胞壁的化学组成与细菌的抗原性、致病性及对噬菌体的敏感性有关。在消毒上，细胞壁是许多消

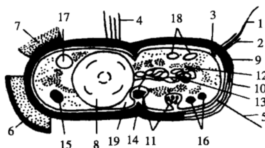


图 1-2　细菌细胞结构示意图

1. 鞭毛　2. 鞭毛梢　3. 鞭毛毛基体　4. 普通菌毛　5. 性菌毛　6. 荚膜　7. 黏液层　8. 芽孢　9. 革兰氏阳性菌细胞壁　10. 革兰氏阴性菌细胞壁　11. 间体　12. 核蛋白体　13. 核体　14. 正在形成的横膈膜　15. 异染颗粒　16. 其他内含物　17. 空泡　18. 气泡　19. 细胞浆

（引自《兽用生物制品制造技术》，张振兴主编）

毒剂的作用点之一，通过破坏细胞壁而起到杀灭细菌作用。

2. 细胞膜与间体　细胞膜又称细胞质膜，是紧贴在细胞壁内侧的一层由磷脂与蛋白质组成的柔软、富有弹性的半透明薄膜，在细菌的呼吸、代谢和胞壁的合成上具有重要作用。

间体由细胞膜内方褶形成的一种管状、层状或囊状结构，一般位于细胞分裂部位或邻近，主要功能是促进细胞间隔形成并与遗传物质的复制及其相互分离有关。

在消毒时，消毒剂能损伤细菌的细胞膜，导致细胞内的盐离子、核苷酸、氨基酸、蛋白质等物质外泄，从而杀灭细菌。

3. 细胞质　是指被细胞膜包围的除核质体外的一切透明、胶状、颗粒状的物质，称为细胞质。其主要成分为核糖体、贮藏物、各种酶类、中间代谢物、无机盐、染色体和质粒等，少数细菌还存在羧化体伴胞晶体或气胞等。

4. 核质体　是原核生物特有的无核膜结构的原始细胞核，又称核区、拟核或核基因组。外形多变，用 Feulgen 染色法染色后呈紫色、形状不定的核质体。细菌的核质体是一个大型环状的双链 DNA 分子，长 0.25～3 微米。核质体与细菌的生长、繁殖、代谢、遗传和变异密切相关。

5. 荚膜　在某些细菌细胞壁外存在一层厚薄不定的胶状物质，称为荚膜。用荚膜染色或碳素墨水负染后，在光学显微镜下可观察到细菌荚膜。细菌荚膜与其侵袭力、致病力有关。在消毒上，荚膜可增强细菌

对一些消毒因子的抵抗力。

6. 鞭毛与菌毛 鞭毛是某些细菌长在体表的长丝状、波曲状的附属物，数量为一至数十根，按数目与排列可将细菌分为单毛菌、丛毛菌和周毛菌三类，具有运动功能。

菌毛是长在细菌体表的一种纤细节状、中空、短直、数量300～500根的蛋白质附属物，在革兰氏阴性菌中较常见，结构简单，具有吸附在物体（呼吸道、消化道、泌尿生殖道的黏膜）表面上的功能。此外，尚有一种性菌毛，比菌毛稍长，每个细胞有1～4根，其功能是在不同性别的菌株间传递DNA片段，有的性菌毛还是RNA噬菌体的吸附实体。性菌毛多见于革兰氏阴性细菌中。

7. 芽孢 某些细菌在生长后期或在不适应的条件下可形成一个圆形或椭圆形的抗逆的内含孢子，称为芽孢。芽孢对外界环境和物理、化学消毒因子有很强的抵抗力，用一般的理化学方法不易杀灭。在消毒学上判定高压蒸气灭菌的效力，均以杀灭芽孢作为保证灭菌的依据。

二、细菌的营养、培养与鉴定

（一）细菌的营养

细菌的营养是指细菌从外部环境中摄取其生命活动所必需的物质与能量，以满足其生长和繁殖所必需的生理功能。营养为细菌生命活动提供了必需的物质基础，具有营养功能的物质称为营养物。碳、氮、能源、生长因子、无机盐和水是细菌的主要营养要素。

1. 碳源 指能提供细菌营养所需碳元素的有机物和无机物，前者如糖类、醇类与有机酸类，其中糖类最常用；后者如二氧化碳、碳酸盐等。

2. 氮源 指能提供细菌营养需要所需氮元素的物质。

3. 能源 指能为细菌的生命活动提供最初能量来源的营养物或辐射能。各种异养菌的能源就是碳源。

4. 生长因子 指一类对细菌正常代谢必不可少且不能用简单的碳源或氮源自行合成的有机物，其需要量一般甚少。诸如维生素、碱基、卟啉及其衍生物、甾醇、胺类、直链脂肪酸等。

5. 无机盐 指除碳源、氮源以外的各种元素。诸如常量元素中的磷、硫、钾、钠、镁、钙、铁等及微量元素中的铜、锌、锰、钼、

钴等。

6. 水　水为各种生物细胞所必需，同时又是良好的溶剂，细菌营养的吸收和渗透、分泌、排泄均以水为介质，细菌代谢过程的一切反应都必须有水才能进行。

（二）细菌的培养

1. 细菌的培养条件　主要有温度、氢离子浓度（pH）和气体等。

（1）温度　细菌生长的温度随不同细菌而不同，通常分低温菌、中温菌和高温菌 3 个基本类型，且各有不同的生长温度范围和最适生长温度（表 1－2）。在最适温度下细菌生长最快，超过最低或最高温度，细菌活动与生长均停止，温度过高能死亡。一般病原菌的最适温度与其感染动物的体温相近似。

表 1－2　细菌生长温度范围

类　型	生长温度范围（℃）			存在处所
	最低	最适	最高	
低温型	－5～10	10～20	25～30	水和冷库内的细菌
中温型	10～12	18～28	40～45	腐生菌
	10～20	37	40～45	病原菌
高温型	25～45	50～60	70～85	温泉和堆肥中的细菌

（2）氢离子浓度（pH）　pH 对细菌的生长影响很大，主要表现在：①由于细胞膜的电荷受 pH 的影响而干扰营养物质的吸收；②影响代谢过程中酶的活性。因此，在培养基中需要加入一定的缓冲剂，以缓和 pH 的变化，从而有利于细菌的生长繁殖。

（3）气体　影响细菌生长、繁殖的气体主要是氧气与二氧化碳。可根据细菌对氧的要求分为需氧菌、厌氧菌和兼性厌氧菌 3 类。需氧菌需在一定氧分压下才能生长，厌氧菌必须在无游离氧或极低氧浓度条件下才能生长，兼性厌氧菌在有氧和无氧条件下都能生长繁殖。

有些细菌的生长还要求一定浓度的二氧化碳存在，诸如布鲁氏菌等在 5%～10%二氧化碳条件下才能生长繁殖。

2. 细菌的培养方法

（1）培养基　培养基是按细菌生长的营养需要人工制造的营养物制

品，主要用于细菌的繁殖与分离培养、鉴定、传代、菌种保存、细菌生理生化特性研究和生物制品制造等。培养基种类很多，按其物理性状可分为固体、半固体和液体培养基 3 类；按其作用又可分为基础培养基、营养培养基、鉴别培养基、选择培养基等；按细菌对氧的需求可分为需氧培养基和厌氧培养基。

（2）常用培养基

①基础培养基（普通肉汤）：含有一般细菌生长所需的最基本营养成分，通常由牛肉浸汁加蛋白胨、氯化钠等制成，有液体、固体和半固体 3 种。普通肉汤中加入 2%～3%琼脂制成固体培养基，加入 0.2%～0.5%琼脂即为半固体培养基。

②营养培养基：在基础培养基中加入葡萄糖、血液、血清、腹水、酵母浸膏与生长因子制成，供营养要求高的细菌生长繁殖，也有液体、固体、半固体之分。

③鉴别培养基：依据不同细菌分解的作用物或代谢类型的不同，用含有一定作用物和指示剂的培养基培养细菌，细菌生长后由指示剂显现不同的颜色反应作鉴别细菌之用，例如糖类培养基、伊红美蓝培养基等。

④选择培养基：是利用细菌对某些化学物的敏感性不同，在培养基中加入某些化学物，以抑制某些非目的细菌生长，从而有利于目的细菌的分离。如在培养基中加入胆酸盐可有目的地抑制大肠杆菌生长，而有利于沙门氏菌的生长。

⑤厌氧培养基：于培养基中加入乙醇乙酸钠、半胱氨酸等含还原基的物质，降低培养基中的氧化还原电势，以有利于厌氧菌的生长繁殖。

（3）培养方法　培养方法很多，在实验室多采用试管、平皿、克氏瓶等进行液体或固体培养，在生物药厂生产中则多采用大瓶静止培养或发酵罐深层液体培养。对厌氧菌，在实验室多用加液体石蜡法，而在生产中常用厌氧罐进行培养。

（三）细菌的鉴定

细菌鉴定主要依据有：①形态特征——细菌形状、大小、排列、结构、染色特性（主要是革兰氏染色特性）等；②培养特性——菌落大小、形状等；③生理生化特性——化学组成、营养类型、营养需要、繁殖类型、生长条件、代谢产物等；④抗原构造；⑤对噬菌体的敏感性；

⑥对抗生素与其他化学物的敏感性；⑦病原性；⑧遗传特性。

第三节 病毒（Virus）

病毒是最小的一种无细胞壁、细胞膜、核糖体等细胞结构的非细胞型微生物，需在电子显微镜下才能观察到，其主要成分仅是核酸与蛋白质，故又称分子生物。病毒粒子的主要特征为：只有一种核酸，DNA或RNA；大部分病毒没有酶，不能独立进行代谢；均为寄生性，仅能在适合的其他生物的活细胞内复制增殖；绝大多数病毒能通过细菌滤器。

此外，尚有一种比病毒更小、更简单的非细胞型微生物，名为亚病毒，如朊病毒。朊病毒只含蛋白质组分。

一、病毒的形态与结构

（一）病毒的大小与形态

1. 大小 单个成熟的、结构完整的病毒称为病毒粒子或病毒颗粒。病毒形态大小必须通过电子显微镜观察测量，测量单位用纳米（nm）。大多数病毒粒子的直径在100纳米左右，最大的病毒（牛痘苗病毒）直径达250纳米以上，最小的（犬细小病毒）直径约为20纳米。

2. 形态 病毒形态不一，多数呈球形或近似球形，少数呈砖形或椭圆形（痘病毒）、子弹形（水疱性口炎病毒、狂犬病毒等），有些呈多形性（副黏病毒）。

（二）病毒的结构

典型病毒粒子主要由核酸与蛋白质组成。核酸位于病毒粒子中央，构成核酸或基因组（核心），蛋白质包围在核心周围，构成病毒的外壳（衣壳）。核心与衣壳合称核衣壳。有些病毒在核衣壳外包有一层类脂质或脂蛋白组成的包膜，称为囊膜，有时囊膜上还有突出的纤突（图1－3）。

利用物理或化学方法进行消毒灭菌以破坏病毒的结构，使其失去感染性。如用乙醚等脂溶剂破坏病毒的囊膜，或用酸、碱、酚、甲醛、表面活性剂等使病毒蛋白变性，以及用射线照射、甲醛、亚硝酸、烷基类化学物等可破坏病毒核酸而使其失去感染性等。

1. 衣壳 衣壳包在核酸外面，以保护病毒免受外界理化因子的破

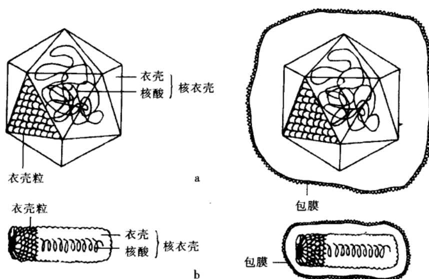


图 1-3 病毒结构示意图

a. 二十面体对称病毒 b. 螺旋对称病毒

（引自《兽用生物制品制造技术》，张振兴主编）

坏，并与病毒吸附于易感细胞有关。在动物病毒中，衣壳形态主要有二十面体对称与螺旋对称两类。前者有囊膜病毒中的疱疹病毒、反转录病毒、披膜病毒等和无囊膜病毒中的细小病毒、微 RNA 病毒等；后者有囊膜病毒的单股 RNA 病毒，如正黏病毒、副黏病毒、弹状病毒等。

2. 核酸 核酸分 RNA 与 DNA 两大类，一种病毒只含有一种核酸，或是 RNA，或是 DNA，且其结构呈多样性，如细小病毒为单股 DNA 病毒，呼肠孤病毒为双股 RNA 病毒。一般核酸呈线状，但少数 DNA 病毒，如乳多空病毒的 DNA 两端连接成环状。

3. 囊膜 囊膜是覆盖在核衣壳外的宿主细胞的一种成分，是在病毒通过核膜或细胞膜时病毒表面获得的一层膜结构。囊膜的主要成分是脂蛋白，从内向外依次为蛋白质层、脂质层。一般称囊膜蛋白为膜蛋白，是病毒抗原特异性组分，起型特异性抗原作用，而脂质层则呈现宿主细胞膜的特性。囊膜还赋予病毒对宿主细胞特殊亲和力，并能使动物和人的红细胞发生凝集，或者破坏宿主细胞表面的神经氨酸，便于病毒侵入。

4. 纤突 纤突存在于囊膜表面，数量甚多，其功能是起吸附和毒害宿主细胞的作用。纤突的化学成分是糖蛋白。

二、病毒的复制

动物病毒的复制程序为：病毒吸附到易感细胞表面→穿入细胞内→脱去衣壳与暴露核酸→转录信使 RNA（mRNA）→转译功能蛋白与结构蛋白→复制子代核酸→装配子代病毒→子代病毒从宿主细胞释放。

（一）吸附

病毒粒子吸附到细胞表面的过程大致分两步。第一步是静电吸附，正电荷因能使细胞与病毒粒子表面负电荷降低，故可促进吸附。第二步是特异性吸附，即病毒粒子与细胞膜表面的特异性受体形成一种牢固的结合。囊膜上的纤突可能是吸附于细胞受体的结构。无囊膜的病毒则可能依赖衣壳上的一处肽或结构进行吸附。

（二）穿入

病毒粒子穿入细胞的方式至少有 3 种。

1. 吞饮作用 病毒从吸附的细胞膜转入细胞浆，并与溶酶体融合形成吞噬泡，核衣壳最后在吞噬泡释出。吞饮作用是病毒穿入细胞的主要方式。

2. 膜移位 有些无囊膜的二十面体病毒在吸附于受体后直接穿过细胞膜而不形成吞噬泡进入细胞。

3. 融合 有些囊膜病毒在吸附后囊膜与胞浆膜融合，使核衣壳进入细胞浆。

（三）脱壳

动物病毒脱壳的方式大致有如下几种。

1. 有些病毒（脊髓灰质炎病毒等）在吸附穿入宿主细胞时衣壳即开始破损，随之将核酸释放入细胞质中；

2. 有些病毒以吞饮方式被动侵入细胞后，其衣壳在吞噬泡内即被溶酶体释放的水解酶水解而脱壳；

3. 有些结构复杂的病毒（痘苗病毒等），先在吞噬泡内借助溶酶体放出的酶类去除包膜与衣壳蛋白，然后借新转译出的脱壳酶完全脱壳。然而，呼肠孤病毒在整个繁殖过程中只脱去外层衣壳。

(四) 合成

病毒在细胞内自脱壳开始至子代病毒出现为活跃的生物合成期，在此阶段，在感染细胞中既检不出感染性的病毒，在电子显微镜下也观察不到病毒粒子。在病毒生物合成期内，主要是 mRNA 的转录、病毒多肽的转译和基因组的复制等，而且必须利用宿主细胞的核酸聚合酶与蛋白质合成体系来完成复制子代核酸和病毒结构蛋白装配成子代病毒粒子的过程。根据病毒复制的特点不同可将病毒分为 6 类：双股 DNA 病毒、单股 DNA 病毒、双股 RNA 病毒、单正股 RNA 病毒、单负股 RNA 病毒与反转录病毒。

(五) 装配与释放

动物病毒的装配、成熟与释放，与病毒在宿主细胞中的复制部位和是否存在囊膜密切相关。

1. 无囊膜病毒 无囊膜的 DNA 病毒（腺病毒等）的核酸与衣壳是在细胞核内装配的。无囊膜的 RNA 病毒（脊髓灰质炎病毒等）则在细胞质内装配。这两类病毒必须在宿主细胞裂解后才能释放。

2. 有囊膜的 DNA 病毒 如疱疹病毒，在细胞核内装配成核衣壳后移到核膜上，以芽生方式进入细胞质而获得了与宿主核膜同样成分的囊膜，再从细胞质中的细胞通道释放出。也有一部分病毒核衣壳能通过核膜裂隙进入细胞质，再自细胞膜上获得囊膜，以出芽方式释放出细胞外。

3. 有囊膜的 RNA 病毒 如副流感病毒，其 RNA 与蛋白质在细胞质中先装配成螺旋对称的核衣壳，宿主细胞膜在病毒增殖过程中已结合有病毒的特异性抗原成分（血凝素、神经氨酸酶等），当成熟病毒以芽生方式通过细胞膜时即包上一层细胞膜成分的囊膜，并产生纤突。

4. 不完全病毒 是指一类基因组不完全、无感染力的病毒粒子。当病毒在复制过程中，基因组发生部分丢失而失去独立的繁殖能力的病毒即是不完全病毒。病毒在增殖中还会出现无核的粒子，则称为空衣壳，虽然空衣壳粒无感染力，但仍有免疫原性。

三、病毒的分类

病毒能感染几乎所有真核和原核生物，已经发现的病毒种类不下数

千种之多，其中感染脊椎动物的病毒就达五六百种。病毒的分类以国际病毒分类委员会（ICTV）最新发表的分类报告为标准。

病毒分类的基本依据为：病毒的形态、结构特征（大小、形状、对称性、壳粒数、囊膜和纤突等）与核酸类型，病毒多肽种类与分子大小，病毒的血凝特性，病毒的抗原结构、复制增殖部位与对理化因素的稳定性，病毒的生物媒介与嗜性，以及病毒病的病理学变化和症状等。

四、病毒的变异

在自然界，病毒的自然变异可导致新病毒的出现和新病毒病的流行，主要是遗传因素引起，当然也可由环境因素诱发。变异病毒遗传物质的改变包括基因突变、重组与重配等。

（一）突变

任何可遗传的基因结构永久性改变称为突变。由于 DNA 或 RNA 的复制并非十分精确，也会随时间的延续而出现基因组的改变。病毒之间、基因之间乃至基因的不同区段之间的突变数量与速率差异也很大。一般来说，生物突变速率与其大小呈反比，故病毒比原核或真核生物突变速率要高得多。由于 RNA 复制的精确度较 DNA 差，故 RNA 病毒突变速率较 DNA 病毒要高；病毒表面蛋白基因的突变率要高于内部蛋白基因。

根据基因中碱基改变的多少可将突变分为点突变、缺失突变与插入突变，后两者通常指较长的碱基序列的缺失或增加。

（二）重组

重组是指两种不同病毒之间发生核酸交换。子代的核苷酸序列来自两个亲代，通常多发生于分类上十分接近的两种病毒。

（三）重配

重配主要发生在节段病毒，如呼肠孤病毒、流感病毒等。当两种相近的病毒同时感染一个细胞时，它们的基因中有一个或几个节段发生交换重配，其发生频率可达 3%～10%。

此外，病毒变异也可能不发生遗传物质的改变，如表型混合型变异、衣壳转变型变异等。

五、病毒的干扰现象

（一）干扰的概念

干扰现象是指当细胞被几种病毒同时感染时，一种病毒抑制另一种病毒复制的现象。干扰现象可发生于同种病毒不同毒株之间，也可发生在灭活毒与活毒之间、完全病毒与不完全病毒之间及异种病毒之间等。

（二）干扰素

干扰素是指正常细胞在病毒等适当诱生剂的作用下所产生的一类具有广谱抗病毒活性的、可溶性小分子糖蛋白。迄今已确认的有 3 种：α、β 和 γ 干扰素。

干扰素的作用主要有三方面：其一，具有广谱抗病毒活性。干扰素能抑制病毒基因组的转录、mRNA 的转译与破坏病毒粒子的组装和释放。几乎对所有病毒均有不同程度的抑制作用；其二，对细胞本身的作用为增强细胞的某些功能、抑制细胞分裂，而肿瘤细胞比正常细胞对干扰素更敏感；其三，干扰素对动物免疫系统具有多方面的调节作用，特别是能激活天然杀伤细胞、巨噬细胞与细胞毒性 T 细胞，使其在抗病毒、抗肿瘤中发挥更重要的作用。

干扰素毒性低，可大剂量使用，是一种理想的抗病毒药物。

第四节　真菌（Fungus）

真菌结构复杂，种类繁多，包括酵母（样真）菌、丝状真菌（霉菌）等，除少数为单细胞形式外，大多数由多细胞组成。

一、真菌的形态与结构

（一）酵母样真菌

多呈圆形、卵圆形、香肠形与杆状等，大小差异很大，5～30 微米×1～5 微米，不形成真正的菌丝，但如念珠菌属（又称假丝酵母属）的菌形成的芽体可依次连接成丝状的假菌丝（图 1 - 4）。酵母菌外层为坚韧的细胞壁，向内依次是细胞膜与细胞质。细胞核由核膜包裹，在细

胞质中有各种细胞器（图 1 - 5）。

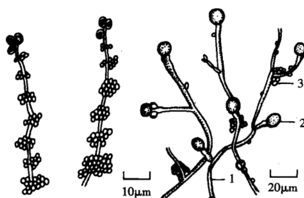


图 1 - 4　念珠菌属白假丝酵母菌图

1. 假菌丝　2. 厚壁孢子　3. 芽生孢子

（引自《医学真菌鉴定初编》，孙鹤龄主编）

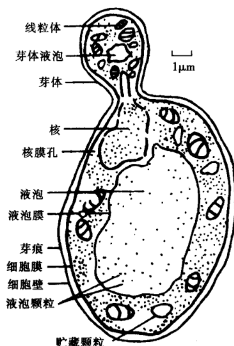


图 1 - 5　酵母菌结构示意图

（引自《兽用生物制品制造技术》，张振兴主编）

在固体培养基上，酵母菌菌落与一般细菌菌落相似，通常表面光滑、湿润、边缘整齐。能形成假菌丝的菌，其假菌丝伸入基质。

（二）丝状真菌（霉菌）

丝状真菌由菌丝与孢子两部分组成。菌丝由孢子生出的芽管再延伸成丝状而成，有螺旋状、球拍状与鹿角状等多种形态，直径约3～10微米。菌丝继续生长分枝并交织成丛，即为菌丝体。密布在营养基质内部的、行吸收营养物质功能的称营养菌丝体；而伸到空气中的则称为气生菌丝体，其中能产生孢子的又称为繁殖菌丝体。有些真菌菌丝具有隔膜，将菌丝分为若干细胞，称为隔膜菌丝，具多细胞；反之，有些无隔膜的菌丝则为单细胞，在真菌分类鉴定上这是依据之一。孢子是真菌的繁殖器官，具有小、轻、干、多及形态色泽多样、休眠期长和抗逆强等特征；每个个体产生的孢子成千上万。这些特征均有助于真菌在自然界散播繁殖。

霉菌菌落形态较大、干燥、不透明、呈松紧不一的蛛网状、绒毛状或棉絮状，与培养基连接紧密，不易挑取，菌落中心与边缘、正面与反面的色泽不一致。

二、真菌的繁殖

真菌的孢子形成是其最重要的繁殖方式，根据孢子形成过程中有无核的融合可分为有性孢子与无性孢子两类。

1. 无性孢子 无性孢子繁殖是指孢子形成无核融合过程，诸如叶状孢子由菌丝直接形成孢子，包括芽生孢子、厚垣孢子和关节孢子；分生孢子是指在分化的、专门的菌丝上形成的孢子，可分小分生孢子和大分生孢子两种；孢子囊孢子则是由菌丝末端的孢子囊内形成的孢子。

2. 有性孢子 指在孢子的形成中有细胞核融合过程，例如接合孢子是由两条形体相似、性别不同的菌丝相互接触，隔膜消失后细胞核融合形成；卵孢子是由两条大小不同的菌丝，分化为雄性的雄器（形体较小）和雌性的藏卵器（形体较大），结合发育形成孢子；子囊孢子则由两个真菌汇合成子囊，在核融合后再分裂形成；担孢子是在菌丝形成的膨大结构的末端形成的外出性有性孢子。

三、真菌的分类

通用的真菌分类法将真菌分为4个纲，其特征如下。

（一）藻状菌纲

菌丝不分隔或不形成真正的菌丝体，细胞内含有许多细胞核，具有性生殖阶段，有性孢子分为接合孢子和卵孢子，无性繁殖的孢子囊孢子形成于孢子囊内，如毛霉菌、根霉菌等。

（二）子囊菌纲

菌丝分隔，有性阶段形成子囊孢子，如麦角菌等。

（三）担子菌纲

菌丝分隔，有性阶段形成担子菌，如锈菌、黑粉菌等。

（四）不完全菌纲

不完全菌纲又称半知菌纲，菌丝分隔，仅有无性繁殖阶段，未发现有性孢子，引起动物和人疾病的真菌多属此纲。其中主要是毛癣菌属、曲霉菌属、念珠菌属与小孢子菌属等（图 1－6）。其对外界有极强的抵抗力，对一般消毒剂耐受性很强。

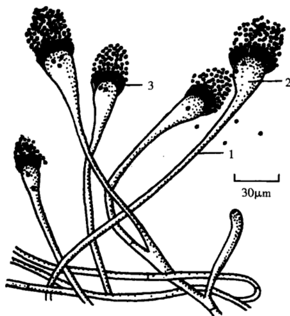


图 1－6　曲霉菌属烟曲霉菌示意图
1. 分生孢子梗　2. 顶囊　3. 分生孢子
（引自《医学真菌鉴定初编》，孙鹤龄主编）

四、真菌的培养

真菌对营养物质要求不严格，培养基中应含有较多的糖类，需氧，最适 pH 多在 4～6 之间，适宜温度为 22～28℃，生长较慢约需数日至十数日方能长成典型菌落。常用的固体培养基为琼脂培养基，多用于分离培养、菌种保存和研究等。常用的液体培养方法有浅层法与深层通气法，后者可满足生长所需的氧气，多用于生产。

五、真菌病的微生物学检查

真菌病多为慢性经过，由于真菌侵害部位不同而有浅在侵害性真菌病与深在侵害性真菌病之分。常见的致病性真菌有表皮癣菌属、小孢子癣菌属、毛癣菌属、白色念球菌、新型隐球菌、组织胞浆菌、孢子丝菌、芽生菌等。

真菌病的诊断检查主要是对真菌的形态特征的鉴定，有些真菌病也可用免疫学方法检查诊断。

（一）病料采取

检查用病料应根据疾病特点选取，诸如被毛、皮肤刮取物、脓汁、分泌物、体液、排泄物、胎儿胃内容物和器官组织等均可用作检查病料标本。

（二）显微镜检查

1. 湿标本片检查

（1）*水滴压片法*　于标本上滴加普通水，加上盖玻片制成压片，于镜下直接检查，但不多用。

（2）*氢氧化钾处理片法*　多用于脓汁、痰液、被毛、角质等病料标本。于标本上滴加 10%～20%氢氧化钾溶液，加上盖玻片后作微热处理，然后镜检。

（3）*乳酸石炭酸棉蓝液压片法*　于标本上滴加乳酸石炭酸棉蓝染色液，加上盖玻片镜检，如用针梳理后加盖玻片镜检测更加清晰。本法常用于实验室。

（4）*印度墨汁片法*　多用以检查一些真菌（新型隐球菌等）的荚膜。

2. 涂片染色片检查　取浓汁、分泌物、组织及病料离心沉淀物涂片，用姬姆萨染色法等按常规染色后镜检，可见到真菌细胞、菌丝、孢子等结构。

（三）分离培养

取病料标本接种于加有青霉素 20～100 国际单位/毫升、链霉素 40～200 微克/毫升的沙氏或改良沙氏培养基，有些深部感染病料还要同时接种血琼脂培养基，分别置于室温和 37℃下培养并逐日观察数日至数周。然后，挑取菌落作涂（抹）片镜检。

第五节　放线菌、螺旋体、立克次体、支原体与衣原体

一、放线菌（Actinomyces）

放线菌种类繁多，分布广泛，但多数无致病性，只有牛放线菌、诺卡氏菌、林氏放线菌、伊氏放线菌等少数几种具有致病性。牛放线菌和伊氏放线菌是牛的骨骼放线菌病和猪的乳房放线菌病的主要病原，伊氏放线菌也是人放线菌病的主要病原。多数无致病性的放线菌可用于生产抗生素、维生素，目前 2 500 种抗生素中约有 1/3 是由放线菌生产的。致病性放线菌是介于细菌与真菌间的一类病原微生物。以分裂方式繁殖，菌丝能分枝而不产生有性孢子，菌丝细短，无明显细胞核，革兰氏染色阳性。

牛放线菌与林氏放线菌在感染动物组织中呈带有辐射状菌丝的颗粒性聚集物（菌基），外观似硫黄颗粒，大小如针头，呈灰色、灰黄色或微棕色，质柔软或坚硬。制片后经革兰氏染色镜检，牛放线菌中心呈紫色，周围菌丝为红色；林氏放线菌中心与周围均呈红色。

诺卡氏菌能在沙氏培养基和血液琼脂培养基上生长，长成隆起、堆积、重叠的颗粒性菌落，边缘规则，常产生橙黄色色素。本菌能经损伤的皮肤黏膜和呼吸道感染犬、猫、马、牛、羊和人，引起慢性化脓性肉芽肿、瘘管、脓肿、脓胸等病变。

伊氏放线菌为厌氧菌，生长缓慢，人工培养时在沙氏琼脂培养基上 7～14 天才能见到小菌落。存在于正常口腔、牙垢与扁桃体隐窝中。感染后可引起局部肉芽肿、组织坏死、脓肿、瘘管，严重的也可引起肺、肾、肝等器官感染。

二、螺旋体（Spirochaete）

螺旋体是介于细菌与原生动物之间的一类原核型细胞微生物，具有细菌的基本结构，呈二分裂方式繁殖，形态细长，柔软，弯曲呈螺旋

状。特点是：具有轴丝，与运动性有关；无清晰的细胞核；有 RNA 和 DNA 核酸。

在分类上，根据螺旋的数目、大小、规则程度和螺距分为 5 属。在兽医上危害较大的有鹅疏螺旋体，又称鹅（鸡）包柔螺旋体，引发禽螺旋体病；伯氏疏螺旋体（莱姆病病原，革兰氏染色阴性）；兔梅毒密螺旋体，引起兔感染罹病。细钩端螺旋体属中型似问号钩端螺旋体，对动物和人有致病性。此外，对人致病的主要是人梅毒螺旋体、回归热螺旋体和钩端螺旋体。

螺旋体对干热、湿热、干燥抵抗力弱，一般化学消毒剂均能迅速杀灭。

三、立克次体（Rickettsiae）

立克次体是介于细菌与病毒之间的微生物，呈球形、杆状或丝状，不能通过细菌滤器。结构似细菌，具有 RNA 与 DNA 核酸，但缺乏自生的必需酶，为严格寄生性，呈二分裂繁殖，且在活细胞代谢降低时繁殖更盛。

立克次体种类很多，但只有少数有致病性，其传播媒介、中间宿主是节肢昆虫，通过昆虫叮咬、吸血或昆虫尸体和排泄物，经皮肤损伤而侵入动物和人体引发疾病；有些也可通过野生动物贮存宿主形成自然疫源地，转至哺乳动物（家畜、经济动物）而造成感染、发病和流行。在医学上，对人有致病性的立克次体有普氏立克次体、莫氏立克次体、恙虫热立克次体、立氏立克次体、小蛛立克次体、贝氏立克次体、五日热立克次体等。在兽医上，危害较大的是贝氏柯克斯体（Coxiella burneti，原名贝氏立克次体），能感染多种动物和人，引发一种 Q 热传染病。Q 热是一种急性、热性人兽共患病。贝氏柯克斯体呈多形态，革兰氏染色阴性，姬姆萨染色呈紫红色，有较完整的酶系统，能独立完成各种代谢，并能合成各种氨基酸和叶酸等。

立克次氏体对理化因素抵抗力较弱，一般消毒剂可杀死。然而，贝氏立克次体对理化因素有较强的抵抗，在干燥的脾组织及感染动物的排泄物和分泌物中能保持感染性达半年之久。对贝氏立克次体有效的消毒剂有 3%～5%石炭酸、2%漂白粉或 3%双氧水，在 1～5 分钟内即可杀灭。

四、支原体（Mycoplasma）

支原体是目前已知能在细胞外生活的最小微生物，在自然界分布十分广泛。大多数支原体是动物和人体的正常微生物，仅少数对动物和人

有致病性。支原体无细胞壁和胞壁黏肽，故形态多样不固定，如球形、杆状、颗粒状或丝状等。有 RNA 与 DNA 两种核酸，可在高营养的培养基上生长繁殖，革兰氏染色阴性，姬姆萨染色或瑞特染色良好。

在兽医上重要的支原体有：猪肺炎支原体，感染猪引发猪支原体肺炎（猪气喘病）；丝状支原体山羊亚种、山羊支原体、山羊肺炎亚种和绵羊肺炎支原体，能引发山羊支原体性肺炎（山羊传染性胸膜肺炎）；鸡毒支原体、火鸡支原体与滑液囊支原体是危害禽类最常见的呼吸道多病因病的重要病原体。

支原体对自然环境（光、热、干燥）抵抗力不强，一般消毒剂都能达到消毒的目的。

五、衣原体（Chlamydia）

衣原体是介于病毒与立克次体之间的一类微生物，具有细胞壁和 RNA 与 DNA 两种核酸，呈圆形或椭圆形，姬姆萨染色良好，能通过细菌滤器，能在活细胞内以二分裂方式繁殖，有一定的生活周期。

衣原体对外界的抵抗力较弱，在室温中也很快失去传染性，一般消毒剂均能杀灭。

目前认为衣原体属有 4 个种，即沙眼衣原体、鹦鹉热衣原体、肺炎衣原体和反刍动物衣原体。在兽医上，沙眼衣原体除感染人外，还能引发猪的肠炎与结膜炎；鹦鹉热衣原体引起人的鹦鹉热或鸟疫、Reiter 综合征（关节炎、尿道炎、结膜炎综合征）外，还能引发猪、牛睾丸炎、附睾炎，牛、猪脑炎与脑脊髓炎，牛、羊、猪、犬、猫、鼠肺炎、结膜炎与关节炎、肠炎，以及脊椎动物的鹦鹉热或鸟疫和流产。

第六节　微生物的分布

一、微生物在外环境的分布

微生物在自然界无处不在，在外环境中分布甚广，无论土壤、空气、水，还是有生命的生物或无生物的物体表面都存在。外环境中病原微生物的存在是人类和动物健康安全的大敌。

（一）土壤中的微生物

土壤是微生物生长繁殖的良好场所，也是病原微生物，特别是肠道病原微生物栖息之处。土壤，在兽医传染病学上被称为传播媒介。据记

载，每克肥土中含菌达几亿至几十亿，每克贫瘠土中也含有几百万至上千万微生物。土壤中的微生物，尤其是病原微生物主要来源于人和动物的排泄物、分泌物、生活废弃物和尸体，以及其他生物的废弃物，其数量之多、扩散污染范围之广、危害之深，十分惊人！

土壤中的微生物主要分布于地面下 10～30 厘米的耕作层，深层土和地表土中含量则较少。土壤中的微生物以细菌为多，约占总数的 70%～90%，其次为放线菌和真菌，还含有多种寄生虫虫卵。

在兽医上，土壤中的病原微生物主要有大肠杆菌、沙门氏菌、布鲁氏菌、炭疽杆菌、破伤风梭菌、葡萄球菌、肉毒梭菌、坏死梭杆菌、腐败梭菌、产气荚膜梭菌、诺威氏梭菌、溶组织梭菌、耶尔森菌、土拉弗朗西斯菌、钩端螺旋体、放线菌、毛癣菌、小孢霉菌等。这类污染的土壤地域应包括饲养场地、牧场、牧道与牧地，或更大的自然村范围，在防疫上可称为疫源地。

（二）空气中的微生物

空气不适于任何病原微生物的生长繁殖与生存，但空气可作为传染媒介物，是微生物，特别是病原微生物在一定时间内暂时留息之处。空气中的病原微生物，主要来自感染动物和人的排泄物、分泌物。以飞沫、飞沫核、尘埃、花粉粒等为载体存在，且以其为媒介散播。空气中微生物种类甚多，主要的病原微生物有：链球菌、葡萄球菌、结核分枝杆菌、白喉杆菌、百日咳杆菌、流感嗜血杆菌、流感病毒、麻疹病毒、流行性腮腺炎病毒，以及兽医上重要的诸如猪肺炎支原体、猪胸膜肺炎放线菌、巴氏杆菌、支气管败血波氏杆菌、副猪嗜血杆菌、丝状支原体(牛肺疫病原)、口蹄疫病毒、马立克病病毒、禽流感病毒、牛传染性鼻气管炎病毒、鸡传染性支气管炎病毒等。

不同场所空气中的病原微生物数量不同，室外空气中的含量随动物和人的密度、活动频率、土质、气温、湿度、风力和植被而变动，一般近地面空气的污染较重，随高度上升而减少。室内空气中的微生物含量则依饲养密度、通风换气力度和入侵病原体种类、感染程度而异。空气中病原微生物的危害程度，取决于微生物在空气中存留的时间。因此及时地采取消毒措施是有效地控制疫情的重要手段之一。

（三）水中的微生物

水是腐生菌生长繁殖的天然环境，多数病原微生物仅能在水中存留

一定时间，不能在水中繁殖。水是多种疾病的传播媒介，在传染病与寄生虫病的传播流行上具有重要意义。

细菌广泛分布于各种水体，江、海、河、湖泊、井、泉等水体中均存在，雨、雪水系和下水道水中也存在，但细菌种类和数量差异甚大，不同江、海、河和塘水层的含量也不同，5～20 米水层菌量最高。病菌在水中存活的时间也因细菌种类、水质、水温而异，沙门氏菌在水中能存活 2～3 周，布鲁氏菌在水中可存活 72～114 天。

水中的致病性病毒同样来自动物和人的排泄物、分泌物、尸体及污染的周围环境，且以肠道病毒为多。据记载，从水中检出的病毒有：脊髓灰质炎病毒、呼肠孤病毒、腺病毒、甲型肝炎病毒、轮状病毒等。病毒在水中的存活时间以肠道病毒较长，在自来水中肠道病毒可存活 2～168 天，在海水中也可存活 2～130 天。

当然，任何水域的水受到污染后均有自净作用。用作判断水源自净作用的程度和效率是以测定水中细菌死亡的速率为标准，通常以两个检测点间细菌每小时减少的百分率表示。然而，对自然界的水仍需要进行消毒处理后方能达到使用标准。由此可见，水的消毒灭菌处理乃是防止疾病发生的必要措施之一。

（四）饲料中的微生物

饲料易受微生物污染，许多病原微生物，特别是病原性真菌与细菌能在饲料中生长繁殖，是传染病和寄生虫病扩散流行的重要媒介。不同的饲料，污染的细菌种类与毒害程度也不一致，诸如谷物饲料易受黄曲霉菌、黑斑霉菌等污染产生的毒素引起中毒，动物性饲料易受肉毒梭菌污染而引起肉毒梭菌毒素中毒等。在兽医上，几乎所有经消化道感染的病原微生物在饲料中（谷物类、动物类、水产品类、青饲料类）都可存在，诸如谷物类饲料中的曲霉菌；动物性饲料中的炭疽杆菌、鼻疽杆菌、结核分枝杆菌、布鲁氏菌、沙门氏菌、梭状芽孢杆菌；水产品饲料中的肉毒梭菌、猪丹毒丝菌、嗜水气单胞菌等；青饲料中的沙门氏菌、大肠杆菌等。当然，饲料中的病原微生物也与运输工具、仓贮、加工、饲喂器具、草场等的防疫消毒和卫生管理密切相关。

二、微生物在动物体的分布

在兽医上，病原微生物活的媒介动物很多，主要以机械性与宿主性方式传播。主要包括下列几类。

（一）节肢动物

虻类：主要分布于森林、沼泽和草原地带，在温暖季节最为活跃。如马传染性贫血病毒可经虻吸血而传播扩散，引发马传贫的暴发流行。

蠓蚊蝇类：在夏末初秋，多雨潮湿、高温季节孳生繁殖活跃。如牛流行热病毒、蓝舌病毒、非洲马瘟病毒、流行性乙型脑炎病毒等可经蠓、蚊等中间宿主传递或机械性散布。

蜱类：主要是立克次体、森林脑炎病毒等病原微生物的中间（贮存）宿主。立克次体在其体内通过一定的发育阶段，方能致病。

（二）野生动物

野生动物种类甚多，几乎所有野生动物都携带不同的病原微生物。其中有些野生动物自身对某些病原体有易感性，感染后成为传染源，再扩散传播给别的动物，诸如犬、狐、狼、吸血蝙蝠的狂犬病病毒、鼠类的沙门氏菌与钩端螺旋体、布鲁氏菌、伪狂犬病病毒、流行性出血热病毒，野鸭的鸭瘟病毒和野禽鸟的禽流感病毒等；以及机械性传播扩散病原微生物，诸如野鸟传播扩散炭疽杆菌、禽流感病毒，鼠类传播猪瘟病毒、口蹄疫病毒等。由此可见，除加强对野生动物的监测、检疫外，对动物体表的消毒或灭菌是不容忽视的重要措施。

（三）人员

无论饲养人员、兽医、工作人员和外来人员都可能带有各种不同的病原微生物。即使兽医的体温计、注射器与针头一旦消毒灭菌不彻底，也可传播猪瘟病毒、马传染性贫血病毒、新城疫病毒等。人的结核分枝杆菌、布鲁氏菌等也能传播给动物，故这些病患者不允许管理动物。可见，对工作人员的消毒和卫生管理在防疫上是必不可少的。

（张振兴）

第二章

消毒灭菌概论

第一节　消毒灭菌的分类

用于消毒灭菌的方法很多，按照消毒灭菌的性质，大致可分为三类：物理消毒法、化学消毒法和生物消毒法。在医院、生物学实验室、食品厂和生物制药厂，物理和化学消毒法应用较广泛。在动物养殖场除用物理和化学消毒法外，还常用生物消毒法。

一、物理消毒

物理消毒是指应用过滤、高热、辐射等物理因素杀灭、消除环境中及动物体表病原微生物或有害微生物，或抑制其生长繁殖的方法。物理消毒主要有以下几种。

（一）自然净化

日晒、高温、干燥、雨淋、风吹等自然因素具有抑制、清除环境中病原微生物的作用，从而起到消毒作用，这种作用称为自然净化作用。

（二）机械除菌

利用机械冲击力和阻留作用，清除物体表面、培养液、溶液、水及空气中微生物的方法，称为机械除菌。

（三）热力消毒和灭菌

热力消毒灭菌应用广泛，消毒灭菌最彻底，包括干热消毒和灭菌、湿热消毒和灭菌。

1. 干热消毒和灭菌　指利用干热灭菌器，以干热空气进行灭菌的方法。该方法适用于高温下不变质、不损坏的物品，如玻璃器皿、瓷器、金属器械等耐高热物品的消毒灭菌。常用的干热消毒灭菌方法有焚

烧、火焰喷烧、干热烘烤和红外线辐射等。

2. 湿热消毒和灭菌 指以水为介质，在一定时间内利用煮沸或热蒸汽杀灭物体中微生物及细菌芽孢的消毒方法。包括煮沸法、流通蒸汽法、间歇蒸汽法、巴氏消毒法和高压蒸汽灭菌法。

（四）辐射消毒和灭菌

辐射是能量以波动或粒子方式通过空间传递的一种物理现象。辐射对多数细菌有损害作用。辐射灭菌包括紫外线辐射灭菌、电离辐射灭菌、超声波消毒和微波消毒等。

1. 紫外线灭菌 200～275 纳米波段的紫外线具有广谱杀菌能力。通常认为 253.7 纳米波段的紫外线杀菌作用最强，但目前看来，对不同种类的微生物，最强杀菌波段并不完全相同。

紫外线消毒是高效环保、无二次污染的消毒技术，被广泛应用于空气和表面消毒，比如无菌室、缓冲区、手术室、传染病病房、食堂和种蛋室等，也可用于水和其他液体的消毒。目前应用紫外线对污水进行消毒的技术已得到了应用，而且有望取代传统化学消毒方法。

2. 电离辐射灭菌 用 γ 射线、X 射线和离子辐射处理物品，杀死其中微生物的冷灭菌方法，称为电离辐射灭菌。电离辐射灭菌一般采用^{60}钴（^{60}Co）产生的 γ 射线灭菌，亦有少数用^{137}铯（^{137}Cs）的射线灭菌，或用电子束发生器产生的电子或 X 射线束灭菌。电离辐射穿透力强，灭菌彻底，效果可靠，无残留毒性，不破坏营养成分，常被用于营养品、保藏食品以及医疗用品（如塑料注射器、输液管）消毒等方面。

3. 超声波消毒 频率高于 20 千赫兹的声波称为超声波。超声波可以用作净化物体表面。超声波一般与其他消毒剂结合应用，以提高消毒效果。例如，超声波能够明显增强戊二醛的消毒作用。

4. 微波消毒 微波是指几百兆赫兹（MHz）至几十万兆赫兹（MHz）频率的无线电波。微波频率高、波长短，可以杀灭各种微生物，包括细菌繁殖体、真菌、病毒和细菌芽孢。微波消毒是当前深受重视的一项新消毒技术，可应用于医药物品和实验材料的消毒，还可用于药物和食品的保藏。

（五）等离子体消毒与灭菌

等离子体是继固态、液态、气态外的新的物质存在的一种基态，指

气体在加热或强电磁场作用下高度电离而产生的气体云，主要由电子、离子、光子、基态原子（或分子）、激发态原子（或分子）、离子、活性自由基以及射线（如高能紫外线、γ射线）等组成。等离子体消毒与灭菌技术是20世纪60年代后出现的一项新的低温物理灭菌技术，具有安全、低温、简便、快速灭菌、无残留等优点，对细菌及芽孢、病毒以及细菌毒素、其他代谢产物具有良好的杀灭或灭活作用，适用于各种不耐热器材的消毒灭菌。

二、化学消毒

能抑制或杀灭人和动物外环境中的致病微生物与有害微生物的生长繁殖，切断传染途径，控制疫病传播的化学制剂（品），简称化学消毒剂。利用化学消毒剂杀灭或抑制微生物生长繁殖的方法叫做化学消毒。

（一）化学消毒剂的分类

1. 按照化学消毒剂成分的不同分类 化学消毒剂可分为含氯消毒剂、醛类消毒剂、碘类消毒剂、过氧化物类消毒剂、季铵盐类消毒剂、醇类消毒剂、酚类消毒剂、烷基化气体消毒剂、卤化二甲基乙内酰脲类消毒剂和其他类消毒剂等10类。

2. 按照化学消毒剂杀灭微生物的能力分类 可分为高效消毒剂、中效消毒剂和低效消毒剂等3类。

（1）*高效消毒剂* 能杀灭包括细菌芽孢和真菌孢子在内的外界环境中的各种微生物的消毒剂，又称灭菌剂。如含氯消毒剂、过氧乙酸、过氧化氢、臭氧、甲醛、戊二醛、环氧乙烷和二氧化氯等。

（2）*中效消毒剂* 可杀灭除细菌芽孢和真菌孢子以外的各种微生物的消毒剂属中效消毒剂。如碘类消毒剂（碘伏、碘酊和碘复方消毒剂等）、醇类消毒剂和酚类消毒剂等。

（3）*低效消毒剂* 只能杀灭一般细菌繁殖体、亲脂性病毒和部分真菌。如季铵盐类消毒剂（新洁尔灭）和二胍类消毒剂（洗必泰）等。

3. 按照物理状态分类 化学消毒剂分为固体消毒剂、液体消毒剂和气体消毒剂。

（1）*固体消毒剂* 主要有生石灰（氧化钙）、漂白粉、氢氧化钠、氯己定（洗必泰）、三氯散等。

（2）*液体消毒剂* 主要包括过氧乙酸、戊二醛、酒精、过氧化氢等。

（3）*气体消毒剂* 主要有环氧乙烷、环氧丙烷等。

（二）常用化学消毒剂的使用方法

1. 多数消毒剂可采用浸泡、擦拭、喷洒或气溶胶喷雾等方式进行消毒。

2. 利用消毒剂的气体或烟雾进行熏蒸消毒，主要有杂环类气体消毒剂（环氧乙烷）、甲醛、过氧乙酸及含氯消毒剂的复方制剂。

3. 直接用消毒剂的粉剂处理，主要为含氯的消毒粉剂（漂白粉、氯异氰尿酸钠等）。

（三）化学消毒剂使用注意事项

1. 在产品有效期内使用，而且有批准文号。

2. 按照要求准确配制消毒液的浓度和注意配制用水的性质。

3. 多数消毒剂有腐蚀性，性质不稳定，使用时应注意。使用气体消毒剂应防止有毒气体泄漏，液体消毒剂应防止过敏反应和对皮肤黏膜的伤害。

三、生物消毒

生物消毒是指利用动物、植物、微生物及其代谢产物、微生物间的拮抗作用等杀灭、去除环境中病原微生物的消毒方法。主要用于水、土壤、生物体表面以及动物场的粪便、垃圾等的消毒。目前可用作生物消毒的主要有：中草药、嗜菌蛭弧菌、噬菌体、毒素、煤酚酸、青霉酸、溶菌酶及生物热等，具有抑制或裂解细菌、杀菌、抗病毒作用。

中草药或抗菌植物药具有抑菌或杀菌作用，如黄连、甘草、大黄、黄芩、栀子、银花、连翘、白芍、蒲公英等具有较强的抗菌作用。

兽医上常用生物热消毒法，即发酵消毒法。该方法可以杀死除细菌芽孢外的病原微生物和寄生虫卵等，同时保持了粪便的良好肥效，是一种良好的消毒方法，但不适合炭疽、气肿疽等产芽孢细菌所致疫病的动物粪便的消毒。

第二节　消毒灭菌的基本原理

消毒灭菌基本原理的研究与明确，不仅是正确选择消毒剂、保证消毒效果的基础，而且可以为新消毒剂的研制与旧消毒剂的改进提供理论

依据。但是消毒灭菌方法多种多样，消毒剂的种类繁多，因此消毒灭菌机制很复杂，有些作用机制目前还不清楚。根据消毒因子的作用对象和作用位点，可将消毒灭菌机制归纳如下。

一、杀灭微生物的机制

（一）对细菌的杀灭机制

消毒因子通过损坏细菌细胞壁、细胞膜或胞浆中生物大分子来发挥消毒杀菌效力。

1. 作用于细胞壁，破坏细胞壁的结构，使细胞壁通透性改变，与细胞膜间隙增加，细胞壁溶解，导致胞浆内容物外漏。

2. 作用于细胞膜，使细胞膜缺损、溶解，膜通透性改变，细胞渗透压失常，细胞内外的物质转运与交换障碍。

3. 作用于细胞浆各种成分，导致胞浆成分，如蛋白质和核酸的凝聚、沉淀与变性，使细菌酶系统与代谢障碍。

从图 2-1 中可以比较清楚地了解各类消毒灭菌因子的主要作用位点。

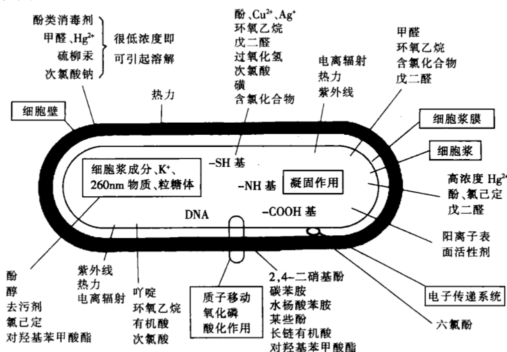


图 2-1　消毒灭菌因子的主要作用位点
（仿自薛广波主编《现代消毒学》，2002）

（二）对细菌芽孢的杀灭机制

消毒因子作用于细菌芽孢的外壳、皮质和芽孢壁，导致芽孢屏障结构溶解、受损，进而膨胀，引起芯髓中的吡啶二羧酸、蛋白质、核酸等漏出，随后蛋白质、核酸等生物大分子被破坏而致芽孢灭活。

（三）对病毒的杀灭机制

1. 消毒因子作用于病毒囊膜，可以使囊膜受损、溶解，病毒失去与宿主受体结合的能力，如酚类消毒剂、氯己定等。

2. 消毒因子作用于病毒衣壳，使衣壳蛋白质变性，功能改变，最终导致病毒失去与宿主受体结合的能力。

3. 消毒因子作用于病毒核酸，导致核苷酸链解链、断裂，使病毒不能复制和转录。

消毒剂对病毒的杀灭机制见图 2-2。

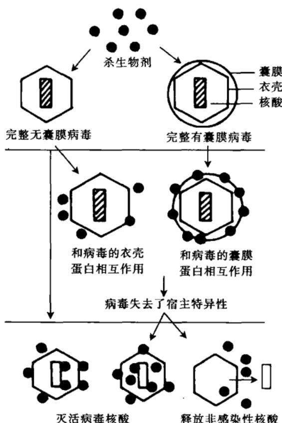


图 2-2 消毒剂灭活病毒示意图

（仿 Russell AD 等，1999）

二、热力消毒灭菌的机理

热力消毒灭菌是一种应用历史悠久、效果可靠、应用方便和广泛的方法。热力可以杀灭各种微生物，不同种类和生长阶段的微生物对热的耐受力不同，如朊病毒比其他一般病毒、细菌芽孢比其繁殖体、真菌孢子比其菌丝、对数生长期的细菌较老龄菌的抗热力强很多。但是热力消毒灭菌的基本原理均是通过对微生物的蛋白质、核酸、细胞壁和细胞膜的损伤或破坏而直接导致微生物死亡的。

（一）对蛋白质的作用

蛋白质不仅是细菌、真菌、病毒等微生物的主要组成成分，而且是参与细菌能量代谢、营养、解毒及内环境稳定的各种酶的成分。因此，破坏了微生物的蛋白质，即可导致微生物死亡。

1. 湿热消毒灭菌的基本原理　湿热主要通过引起蛋白质凝固，使微生物的结构蛋白和酶遭到破坏，而导致其死亡。在热力的作用下，微生物的蛋白质分子运动加速，互相撞击，使维持蛋白质空间结构的氢键及其他相互作用的弱键断裂，导致蛋白质分子由有规律的紧密结构变为无秩序的松散结构，大量的疏水集团暴露于分子表面，蛋白分子互相结合成较大的聚合体而凝固、沉淀。水分子的存在有利于蛋白质的凝固，因此，蛋白质凝固变性所需的温度随其含水量而变化，含水量越高，凝固所需的温度越低，凝固快，反之，则所需的温度高，凝固缓慢。

2. 干热消毒灭菌的基本原理　干热对微生物有氧化作用，引起细胞蛋白质变性，酶失去活性，代谢停止，水分丧失及电解质浓缩等毒力效应，从而导致微生物死亡。实验证明，干燥的蛋白质加热到100℃不会发生凝固，而且高温下细菌死亡迅速，死亡率逐渐升高，同时氧化作用速率增加，说明高温干热条件下，引起微生物死亡的主要原因是氧化作用，而不是由于蛋白质凝固所致。所以通过氧化作用破坏细胞原生质是干热消毒灭菌的主要机制。在一定时间内，通过高温干热可以杀死一切微生物。

由上述可知，干热和湿热消毒灭菌的机制不同，干热主要通过对微生物的氧化作用，而湿热主要通过引起细胞蛋白凝固作用而起到消毒灭菌效果。在同一温度下，湿热的杀菌效力优于干热，其原因主要有三方面：

（1）水分子的存在有助于破坏维持蛋白质三维结构的氢键和其他相互作用弱键，更易使蛋白质变性。因此，蛋白质凝固变性与其本身的含水量有关，而蛋白质含水量与其凝固温度成反比。在菌体受热时，环境和细胞内含水量越大，蛋白质凝固就越快，反之含水量越小，凝固缓慢。湿热中细菌菌体吸收水分，蛋白质含水量增加，蛋白质较易凝固，所需凝固温度低。

（2）湿热比干热的穿透力强，使物体深部也能达到灭菌温度，从而能够更有效地杀灭微生物，在干热状态下，微生物必须长时间受高温（160～170℃下，维持 1～2 小时）的作用才能够被杀死。

（3）湿热蒸汽存在潜热，当气体转变为液体时可放出大量热量，能迅速提高灭菌物体的温度，从而增加灭菌效力。干热和湿热消毒灭菌方法的主要特点比较见表 2-1。

表 2-1　干热法和湿热法的主要特点比较

比较项目	干热法	湿热法
热传导介质	空气	水或蒸汽
作用温度（℃）	160～170	80～138
适应对象	玻璃器皿、瓷器、金属器械等	各种耐热的固体、半固体和液体物品
作用机制	氧化作用破坏细胞原生质	蛋白质凝固变性
杀菌速度	较慢	较快

（二）对细胞壁和细胞膜的作用

热可以损伤细菌的细胞壁和细胞膜，使其通透性增加，引起胞内小分子物质渗出，同时菌体对胞外环境中物质的敏感性增高，最终导致细菌死亡。据报道，产气荚膜杆菌芽孢在 105℃高热条件下作用 5 分钟后，对十二烷基硫酸钠、脱氧胆酸钠、季铵盐类化合物等表面活性剂更加敏感，对主要作用于细胞膜的多黏菌素和抑制蛋白质合成的新霉素的敏感性与渗透性增加。提示芽孢的细胞壁和细胞膜受到了热损伤，同时表明细胞的细胞壁和细胞膜是热力的重要作用点。

（三）对核酸的作用

当微生物受热时，氢键等弱化学键断裂，除了蛋白质、酶等化学结

构遭到破坏外，核酸也受损而断裂。但是不同核酸类型（脱氧核糖核酸与核糖核酸，DNA 和 RNA）对热的反应显著不同。

三、紫外线消毒灭菌的机理

早在 100 多年以前，人们就已经发现了紫外线的杀菌作用，紫外线消毒法于 1970 年首次在美国应用。经过多年来的大量研究，不仅研究出了多种新的紫外线消毒器械，改进了消毒技术，而且目前对紫外线的杀菌机制已经有比较清楚的了解。

紫外线波长为 10～400 纳米，分为 A 波、B 波、C 波和真空紫外线，其中 C 波紫外线为杀菌紫外线，其波长范围为 200～275 纳米，研究表明 240～280 纳米是最强的杀菌波段。不同波长紫外线的杀菌作用见图 2－3。一般认为 253.7 纳米波段的紫外线杀菌作用最强。但目前看来，对不同种类的微生物，最强杀菌波段并不完全相同，例如，对金黄色葡萄球菌杀灭作用强的波长为 265.2 纳米，对芽孢杆菌杀灭作用强的波段为 265.2～280.4 纳米（图 2－3）。此外，由于紫外线属于低能电磁波，穿透力比较弱，大多数物质不能透过或只能透过少量，所以紫外线只能用于物品表面的消毒。

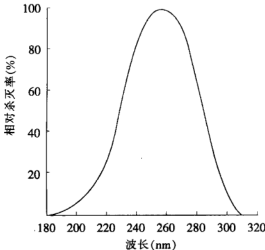


图 2－3　不同纳米波长（nm）紫外线的相对杀菌率（%）曲线
（引自薛广波主编《现代消毒学》，2002）

紫外线主要通过对微生物（细菌、病毒、芽孢等）的辐射损伤和破坏核酸的功能使微生物致死，从而达到消毒的目的。研究表明，大肠杆菌的灭活光谱与核酸对紫外线的吸收光谱平行，充分证明了紫外线主要被微生物的核酸所吸收，核酸损伤是导致微生物死亡的主要原因

（图 2 - 4）。同时紫外线对蛋白质、酶及其他微生物存活密切相关的物质亦有一定作用。

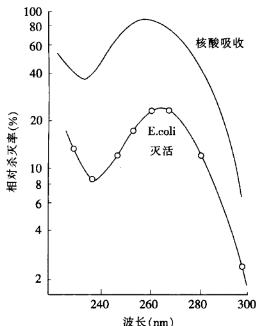


图 2 - 4　核酸的吸收光谱与大肠杆菌的灭活光谱
（引自 Harm W，1980）

（一）对核酸的破坏作用

核酸包括 DNA 和 RNA，紫外线对 DNA 和 RNA 均有破坏作用。紫外线可导致核酸分子内键和链的断裂、碱基二聚体的形成、DNA 股间交联、核酸-蛋白质交联和形成光化产物等，从而改变了核酸的生物活性，使微生物自身不能复制而死亡。

1. 对 DNA 的作用　紫外线的照射可引起 DNA 的碱基受损。DNA 的损伤主要包括如下 4 方面：

（1）胸腺嘧啶二聚体（TT）的形成　DNA 包括腺嘌呤（A）、鸟嘌呤（G）、胸腺嘧啶（T）和胞嘧啶（C）4 种碱基，其中嘧啶比嘌呤对紫外线的敏感性高。紫外线的照射使同一条 DNA 链中相邻的两个胸腺嘧啶分子通过各自的 5 和 6 位碳原子互相连接，形成一个含有环丁烷环（四碳环）的胸腺嘧啶二聚体（TT）（图 2 - 5），二聚体的形成使 DNA 无法正常复制、转录，引起致死性突变而导致微生物死亡。在一定时间和照射强度下，TT 二聚体的形成随照射时间和照射强度的增加而增多。嘧啶碱基的光化学变性（TT 二聚体的形成）是紫外线致死微

生物的主要原因。此外，在紫外线照射下，DNA 上还形成了胞嘧啶二聚体（CC）、胞嘧啶-胸腺嘧啶二聚体（CT），这些二聚体的形成，也是导致微生物死亡的原因。

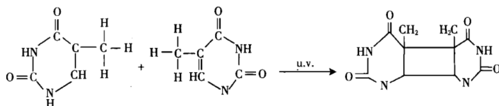


图 2-5　胸腺嘧啶二聚体的形成反应式

（2）光化产物的形成　芽孢经过高剂量的 254 纳米紫外线（$2\times10^4 J/m^2$）照射后，其内 DNA 上 30% 的胸腺嘧啶形成芽孢光化产物——5-胸腺嘧啶酰-5,6-二氢胸腺嘧啶。该光化产物的形成是紫外线杀菌的重要原因之一，但其杀菌效率比 TT 形成低。

（3）DNA-DNA 交联　在高剂量紫外线的照射下，DNA 发生交联损伤，有助于微生物的灭活。但是低剂量的紫外线照射不足以导致 DNA-DNA 交联损伤。

（4）DNA-蛋白质交联　体外实验表明，在高剂量紫外线的照射下，蛋白质上的半胱氨酸可以通过化学反应连接到 DNA 上，导致 DNA-蛋白质发生交联。此外，精氨酸、苏氨酸、酪氨酸、色氨酸和胱氨酸也可通过光化学反应与 DNA 上的胸腺嘧啶发生加成反应，而导致 DNA-蛋白质交联的形成。

2. 对 RNA 的作用　微生物在紫外线照射下，其 RNA 链中出现嘧啶碱基二聚体，如尿嘧啶二聚体（UU）和尿嘧啶-胞嘧啶二聚体（UC），RNA-蛋白质交联等类似 DNA 损伤的致死性损伤，这些损伤是 RNA 病毒灭活的主要原因。

（二）对蛋白质的破坏作用

蛋白质对杀菌紫外线的吸收量较少，所以紫外线对蛋白质的破坏作用较小。但是蛋白质上不同氨基酸对紫外线的敏感程度差别很大，敏感性高的氨基酸如胱氨酸、色氨酸、苯丙氨酸等吸收紫外线后，其化学基团遭到破坏，导致蛋白质变性、结构改变而失去生物学活性。例如，紫外线可以破坏酶分子中的胱氨酸残基和维持酶活性中心空间完整性的氢键，使酶钝化、活性下降，导致微生物的代谢受阻而最终

死亡。

（三）对糖的破坏作用

糖对杀菌紫外线的吸收量较小，基本不吸收波长>230 纳米的紫外线，所以一般认为，糖在紫外线灭活微生物中的作用很小。但核酸链中的核糖可以吸收波长<230 纳米的紫外线而被破坏，导致核酸链断裂。

此外，紫外线可使空气中的分子氧变为臭氧，臭氧放出氧化能力强的原子氧，对微生物也有杀灭作用。

（四）微生物对紫外线损伤的修复

在一定的紫外线损伤范围内，微生物具有修复能力，可以重新复活，但若损伤严重，则不能修复而死亡。微生物对紫外线损伤的修复机制包括三方面：

1. 光复活机制 具有光复活酶的微生物被紫外线灭活后，3 小时内再以可见光或近紫外线（波长 330～480 纳米）照射，则部分能够复活，这种现象称为光复活。目前已经证明，光复活是 DNA 的修复机制之一。光化产物（胸腺嘧啶二聚体，TT）具有可逆转性，当有可见光存在时，在光复活酶的作用下，TT 解聚形成单体，使 DNA 恢复其复制能力。光复活率一般为 10%～30%，紫外线照射强度增加，光复活率降低，当照射量达到 60 000 微瓦·秒/厘米^2 时，大肠杆菌的光复活消失。一些缺乏光复活酶的微生物则无光复活能力。

2. 切割修复 受损伤的 DNA 在核酸内切酶的作用下解链，使其损伤处成为单链，然后在核酸外切酶的作用下切除损伤部位；再在 DNA 聚合酶的作用下，以另一条 DNA 为模板，合成 DNA，修复损伤部位；最后在 DNA 连接酶的作用下，形成双股 DNA，恢复其正常的结构和功能。

3. 重组修复 这种修复并非直接对核酸链上的损伤部位进行修复，而是在 DNA 复制时忽略或绕过损伤部位，用细胞内多余的遗传信息填补缺乏的遗传信息，从而使 DNA 的结构和功能得以恢复。

四、电离辐射消毒的机理

电离辐射消毒是 20 世纪 50 年代发展起来的新的物理消毒方法，与常用的高压蒸汽灭菌和烷基化气体熏蒸（如环氧乙烷等）等消毒方

法相比，具有穿透力强，灭菌彻底，不污染环境，能耗低，常温下消毒，不破坏营养成分，可对包装后产品灭菌等优点。因此，这一技术在兽医研究、医疗用品、食品、制药工业及其他工业领域中得到了广泛应用和飞速发展。相应对电离辐射消毒的基本原理也有了比较清楚的了解。

电离辐射大致可以分为电磁辐射（非粒子辐射）和粒子辐射（加速电子流）两类。电磁辐射按其来源分为X射线和 γ 射线。X射线和 γ 射线以光速（3×10^8 m/s）运行，在完全丢失能量之前，能穿透相当厚的物质。粒子辐射包括天然存在的 α 射线、β 射线和人为生产的高能电子、正电子、质子、中子、重离子和各种介子等，粒子辐射存在穿透力弱或有限、难于生产和价格昂贵等缺点。所以，目前实际应用的电离辐射灭菌主要是 γ 射线和X射线。但是利用电子加速器产生的具有能量的电子束既可照射物体，又可用来生产具有穿透力的射线，而且电子加速器具有性能稳定，操作方便等优点，在辐射加工设施中具有很好的发展前景。

不同类型的微生物对电离辐射表现出不同的敏感性，这种固有的敏感性称为“抗性”。也就是说，在辐射情况下，不同微生物对射线的抵抗力强弱有差别，例如铜绿假单胞菌的抵抗力低于大肠杆菌和嗜热脂肪芽孢杆菌，病毒的抗辐射性远比大多数细菌强，尤其是病毒粒子非常小的脊髓灰质炎病毒和口蹄疫病毒对辐射有高度的耐受性。

微生物受电离辐射后，经过能量吸收，引起分子或原子电离激发，经过一系列物理、化学和生物学变化，产生自由基和活性分子，破坏微生物的生物大分子，导致微生物死亡。目前了解的关于电离辐射消毒灭菌的机制如下。

（一）水的分解与过氧化物、自由基的产生

当水受到电离辐射时，水分子被激发或电离，形成大量的离子对，随后迅速分解为 H^+、OH^- 和自由基 OH·、H·（·代表一个不成对电子）。H^+、OH^- 和自由基 OH·、H·又可迅速相互作用，形成水、过氧化氢和氧原子等，H·还可与水中呈溶解状态的游离氧反应生成大量的强氧化自由基 H_2O·和过氧化氢，而这些产物对微生物具有很强的氧化和腐蚀作用。同时，水分子电离后产生的自由基 OH·、H·极易与周围的有机分子或核酸、蛋白质或酶等生物大分子等发生反应，使其正常的分子结构和生物功能遭到破坏而致微生物死亡。

（二）DNA 的损伤

极少量的放射线通过直接和间接两种作用，使微生物的 DNA 结构（一股或两股碱基被破坏）和功能遭到破坏。直接作用是 DNA 直接吸收放射线激发的电子，而致其化学键断裂；间接作用是放射线使水分子产生的自由基和活性分子对 DNA 造成损伤。

尽管电离辐射对微生物 DNA 具有极大的损伤作用，也是灭活微生物的主要原因，但是某些细菌对放射线具有较强的抵抗力，在受到致死剂量的射线照射后并不立即死亡。在修复酶的参与下，DNA 链中的缺损可通过重组得到修复，而低温等延缓 DNA 复制的条件，有利于损伤 DNA 的修复。因此，细菌在受到致死剂量的放射线照射后，最初死亡率很低，只有当其吸收了足以灭活修复酶的放射剂量时，死亡率才会增高。

五、化学消毒的机理

在兽医实践中，常采用化学消毒剂对养殖场、动物圈舍、饲养用具、车辆以及动物本身等进行消毒灭菌，以便进行疫病防制。化学消毒剂的种类多，性质不同的消毒剂消毒灭菌机制也有差别。在此仅对兽医实践中比较常用的化学消毒剂消毒灭菌的基本原理进行阐述。

（一）醛类消毒剂

醛类消毒剂是使用最早的化学消毒剂，包括甲醛、乙二醛、丙二醛、丁二醛、戊二醛和己二醛等，但在消毒实践中应用最多的是甲醛和戊二醛。醛类消毒剂的共同特点是杀菌力强，杀菌谱广，均可用于灭菌；性质稳定，便于贮存和运输；腐蚀性小，可用于金属器械消毒；有机物对消毒效果影响小；对皮肤、黏膜具有刺激性和毒性。

1. 甲醛 目前了解的甲醛杀灭微生物的机制主要包括以下两种观点：

（1）*通过抑制细菌细胞核和细胞浆的合成而导致细菌死亡* 甲醛可以阻止或抑制细菌核蛋白和细胞核的合成，同时可与半胱氨酸的巯基（—SH）发生反应，形成无活性的 1，3-噻嗪烷-4-羧酸，导致细菌细胞浆代谢的必需氨基酸—甲硫氨酸的合成障碍，使细菌的细胞浆的合成与代谢被抑制，最终阻止细菌分裂而致其死亡。

（2）*通过烷基化作用发挥其消毒灭菌效力* 甲醛分子直接与微生物

蛋白质分子上的氨基（$-NH_2$）、巯基（$-SH$）、羟基（$-OH$）和羧基（$-COOH$）反应，生成次甲基衍生物，从而破坏蛋白质，尤其是酶的生物活性，导致微生物死亡。

2. 戊二醛　Harries 和 Tank 于 1908 年首次合成戊二醛，1962 年美国的 Pepper 等发现其具有强大的杀菌作用。戊二醛不仅对各种微生物，包括细菌繁殖体、芽孢、病毒、结核杆菌和真菌均有强大的杀灭作用，而且具有杀菌作用快、高效、腐蚀性小、水溶液稳定等优点，是比甲醛更好的消毒剂。因此，戊二醛被誉为继甲醛和环氧乙烷之后，化学消毒灭菌剂发展史上的第三个里程碑。1977 年我国上海试剂二厂等单位研制出了戊二醛，各种指标均达到了国外同类产品的水平。随后，戊二醛在我国大部分医院得到了推广应用，是不耐高温、怕腐蚀器械和物品灭菌的首选消毒剂。

关于戊二醛杀灭微生物的机制还不十分清楚，但可以从以下几方面加以了解。

（1）*直接作用于菌体蛋白质和酶蛋白分子*　戊二醛的两个自由醛基是其发挥生物学活性的基础，这两个活泼的醛基可与细菌细胞壁中的肽聚糖、细胞外层包膜中的脂蛋白、真菌细胞壁中的壳多糖（几丁质）发生反应，形成大量的交联，改变了蛋白质的分子结构，破坏了它们的生物学活性，并引起细胞壁和细胞膜的硬固、密封和皱缩，使细胞的呼吸和营养代谢障碍而致细菌死亡。同时，戊二醛作用于细胞壁上和细胞周质的酶，灭活了酶的活性，致使细菌的代谢抑制而死亡。

（2）*作用于细菌芽孢的外层*　戊二醛作用于细菌芽孢外层中的蛋白质、酶和肽聚糖，形成坚固的密封结构，使芽孢外层中的吡啶二羧酸释放困难，从而阻止细菌芽孢出芽。

（3）*作用于微生物的核酸物质*　戊二醛能够改变微生物 DNA 或 RNA 分子亚单位的排列顺序，破坏其分子结构和完整性，导致微生物死亡。

（二）烷基化气体消毒剂

烷基化气体消毒剂是一类主要通过对生物大分子的烷基化作用而将微生物灭活的气体消毒灭菌剂，主要有环氧乙烷、环氧丙烷、乙型丙内酯和溴化甲烷。它们的共同特点是杀菌谱广，对各种微生物，包括细菌繁殖体、芽孢、分枝杆菌、真菌和病毒均有杀灭作用；杀菌力强，对各种微生物均有强大的杀灭作用，且杀灭细菌繁殖体和杀灭细

菌芽孢所需时间非常接近；对物品无损害或损害轻微，但对人有一定毒性，甚至有的消毒剂，如乙型丙内酯、环氧丁烷和环氧乙烷可能具有致癌作用。

由于环氧乙烷不仅具有强大的灭菌效果，而且在常温下拥有良好的穿透作用，对物品无损坏，所以在烷基化气体消毒剂中以环氧乙烷应用比较广泛。目前，该消毒剂已广泛应用于不耐湿热的医疗器械、合成材料、皮毛工业、食品工业以及疫病防控中。环氧乙烷是继甲醛之后的第二代化学消毒剂，也是至今最好的冷灭菌剂之一。

环氧乙烷强大的杀菌效力与其能使微生物的蛋白质、核酸等生物大分子发生烷基化有关。环氧乙烷可与微生物蛋白质、生物酶（如磷酸脱氢酶、胆碱酯酶、氧化酶等）分子上的游离羧基（$-COOH$）、氨基（$-NH_2$）、巯基（$-SH$）发生烷基化作用，取代这些游离基团中活泼的氢原子而形成带有羟乙根（$-CH_2CH_2OH$）的化合物（图 2-6），使蛋白质失去了活性基因，抑制了酶的活性，阻碍了其正常的化学反应与新陈代谢，从而导致微生物死亡。此外，环氧乙烷还可与核酸（DNA 和 RNA）分子发生烷基化作用，使微生物遗传繁殖受阻而死亡。

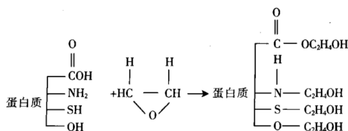


图 2-6 环氧乙烷与蛋白质发生烷基化作用的反应式

（三）过氧化物类消毒剂

该类消毒剂是实践中常用的高效消毒剂，具有广谱、高效、快速、方便等特点。过氧化物类消毒剂主要依靠本身的强氧化能力，起到对微生物的灭活作用。

1. 过氧乙酸 杀菌作用强大，其杀菌机制主要包括：

（1）*通过氧化作用直接破坏细菌和芽孢的通透性屏障结构* 过氧乙酸可分解产生醋酸、过氧化氢、水和活性氧等成分，在杀菌作用中，活性氧起主导作用，醋酸与过氧化氢产生的$-OH$基起重要的协同作用。过氧乙酸可直接氧化细菌的细胞壁、细胞膜及芽孢壳层、皮质中的蛋白

质，使细胞壁、细胞膜和芽孢的通透性增加，破坏了细胞的内外物质交换平衡，芽孢核心内核酸、蛋白质和吡啶二羧酸破坏漏出，导致细菌、芽孢死亡。

(2) *破坏细菌的酶系统和遗传物质* 过氧乙酸在改变了细菌细胞壁和细胞膜的通透性后，进而进入细胞内，直接作用于细菌的酶系统，干扰细菌的代谢。同时过氧乙酸可以分解 DNA 碱基，使 DNA 解链并发生断裂，阻碍 DNA 复制，抑制细菌生长繁殖而致细菌灭活。

(3) *改变细胞内的 pH* 尽管过氧乙酸的酸性不是其杀灭微生物的主要因素，但可以改变细胞内的 pH，影响细胞内的正常代谢。同时酸性对微生物也有直接损伤作用。

2. 过氧化氢 过氧化氢在光、金属离子等的催化作用下分解，产生活性氧、羟基等化学基团，通过损害微生物的屏障结构，破坏微生物的蛋白质、酶、核酸等生物分子，导致微生物死亡。具体的杀菌机制包括：

(1) *氧化作用是过氧化氢杀死微生物的主要因素* 过氧化氢是一种氧化剂，可使细菌细胞的分子或原子发生电离，引起细胞壁上类脂的脂链断裂，从而破坏细胞壁；继而影响细胞膜两侧的离子环境，引起 Ca^{2+} 的损失，改变膜表面张力及 pH 的适应范围，导致膜的通透性增加和渗透压改变；细胞壁和细胞膜的破坏，造成细菌细胞的内容物漏出，有毒物质进入菌体内而致细菌死亡；过氧化氢进入细胞内后，在 Fe^{2+} 等金属离子的协同作用下，氧化含－SH 基的酶，破坏 DNA 碱基，导致酶的活性丧失，核酸复制和细胞分裂繁殖障碍。同样，过氧化氢通过氧化作用，可破坏细菌芽孢的屏障结构，使芽孢的皮质缺损，核心内蛋白质和核酸被破坏，最终导致芽孢死亡。

(2) *过氧化氢的分解产物直接破坏微生物的蛋白质和核酸* 活性氧、OH 基等分解产物可以破坏微生物蛋白质酶、氨基酸，抑制细菌的酶系统，使细菌代谢发生障碍。并在 Fe^{2+} 的协同作用下，OH 基作用于 DNA 的磷酸二酯键，致其断裂，最终导致微生物死亡。

3. 臭氧 臭氧具有极强的氧化能力，正是这种强氧化性使臭氧成为一种高效消毒剂，对各种微生物有较强的杀灭作用。目前认为，臭氧杀灭微生物主要依靠其分解产生的新生态氧的氧化作用。臭氧可以直接氧化细胞壁和细胞膜，与细胞壁的脂类双键和细胞膜上的巯基反应，破坏细胞壁和细胞膜结构，使细胞的通透性发生改变，细胞内容物漏出，细胞溶解死亡。同时臭氧进入细胞内作用于细胞内 DNA 或 RNA 等成

分，引起核酸断裂受损。

臭氧灭活病毒的机制主要包括直接氧化破坏病毒衣壳蛋白多肽链，进而损害 DNA 或 RNA、灭活逆转录酶、扰乱病毒与靶细胞受体结合的能力等方面。

（四）含氯消毒剂

含氯消毒剂是世界上最早使用的一种化学消毒剂，品种较多，分为无机氯消毒剂和有机氯消毒剂两类，前者消毒作用快，但不稳定，后者性质稳定，但消毒作用较慢。

含氯消毒剂中有效氯的含量能反映其氧化（消毒）能力的大小，即有效氯越高，消毒剂消毒能力越强，反之，消毒能力越弱。含氯消毒剂中的有效氯不是指氯的含量，而是指消毒剂的氧化能力相当于多少氯的氧化能力。有效氯含量用百分率表示，例如，测定 100 克次氯酸钙与盐酸完全作用后，能放出 62 克氯，那么该次氯酸钙的有效氯为 62%。氯的浓度、pH、温度、有机物、催化剂含量及紫外线等因素，均可影响有效氯在溶液中的稳定性。

含氯消毒剂的消毒机制包括次氯酸的氧化作用、氯化作用和新生氧的作用三个方面。

1. 氧化作用 次氯酸的氧化作用是含氯消毒剂杀灭微生物的主要机制。含氯消毒剂在水中产生次氯酸（HClO），次氯酸氧化微生物细胞壁，使细胞壁受损，通透性改变。同时，次氯酸可以进入细胞内，氧化破坏细胞内成分，使代谢失调、繁殖停滞而死亡。在酸性条件下，含氯消毒剂溶液中次氯酸含量多，杀菌能力强。

2. 氯化作用 含氯消毒剂中的活性氯能够改变细胞壁、细胞膜的通透性，甚至使细胞膜发生机械性破损，引起细胞内容物漏出；氯能与细胞膜蛋白结合形成氮一氯化合物，干扰细菌的新陈代谢。同时，氯能氧化微生物代谢相关的重要酶，改变蛋白质、酶的性质，致使细菌新陈代谢障碍而死亡。

3. 新生氧的杀菌作用 次氯酸分解产生新生态氧，后者氧化微生物的蛋白质、核酸等生物大分子而杀灭微生物。但是关于此方面的消毒机制还有待进一步证实。

（五）卤化二甲基乙内酰脲类消毒剂

卤化二甲基乙内酰脲类消毒剂是 5,5 -二甲基乙内酰脲（简称甲基

海因）的卤化衍生物，是国外近年来应用较为普遍的一类广谱、高效消毒灭菌剂。

卤化二甲基乙内酰脲类消毒剂的杀菌机制主要包括次氯酸或次溴酸的氧化作用、新生氧的作用和活化氯或活化溴的卤化作用三方面。

通过上述三方面作用，卤化二甲基乙内酰脲类消毒剂可以破坏细菌细胞壁、细胞膜或芽孢壳质层，改变细胞或芽孢内外通透性，致使对低渗环境失去抵抗力而肿胀、破裂，引起细胞内容物或芽孢核心物质外漏。同时消毒剂进入微生物内部，破坏蛋白质、酶、核酸等生物大分子，干扰微生物的新陈代谢和生长繁殖，最终导致微生物死亡。

（六）碘及含碘消毒剂

碘是最古老的化学消毒剂之一，含碘消毒剂是以碘为主要杀菌成分制成的各种制剂，游离碘是主要杀菌成分。先后出现的碘及含碘消毒剂有多种，如碘酊、碘液、碘甘油和碘伏等。

碘伏于 20 世纪 50 年代问世，是碘与表面活性剂（载体）及助溶剂形成的不定型络合物，目前在消毒实践中广泛应用。碘伏的各种成分之间不是以化学键相连，而是碘元素与载体以络合或包被形式借助氢键和其他引力作用形成的络合物，其中碘元素存在于表面活性剂的胶束之间，形成比较稳固的结构形式，这种结构正是碘伏稳定性好的基础。碘伏的结构形式见图 2－7。

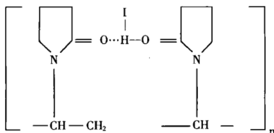


图 2－7　碘伏的结构式

因为碘伏不是化学键相连的化合物，是靠分子间的亲和力或静电引力形成的络合物，所以碘伏没有固定的分子式和分子量，而且碘伏的化学成分可以随载体不同而异，化学性质主要表现出碘元素的特性。碘位于表面活性剂所形成的胶束中央，在水中可逐渐释放出游离碘，从而产生作用持久的杀菌作用。

碘类消毒剂中起杀菌作用的主要是游离碘和低碘酸。在水溶液中，碘主要以 I_2（非结合碘）、HOI（低碘酸）、OI^-、H_2O^+I、I^-、IO_3^- 等6种形式存在，其中 I_2 的渗透性强，低碘酸具有很强的氧化作用。因此，碘类消毒剂能够从多方面与病原体发生作用，发挥杀菌效果。碘能够迅速穿透细胞壁，通过与微生物生物大分子上－OH、－NH、－CH、－SH 等基团的作用，形成碘衍生物，使氨基酸、核苷酸分子中的氢键被破坏、封锁，导致微生物胞浆蛋白质变性沉淀、酶的灭活和核苷酸的功能丧失。此外，碘与蛋白质结合后仍有杀菌作用。

碘伏具有表面活性和乳化作用，这不仅使碘伏的穿透性增强，而且可以破坏细菌细胞壁、芽孢的壳质层和皮质层以及病毒结构，造成屏障性结构通透性增加，使 DNA、RNA 及吡啶二羧酸外漏。同时碘伏的渗入增多，进一步破坏细菌、芽孢或病毒内结构，致使细菌代谢、DNA 复制和转录障碍。

（七）酚类消毒剂

酚类消毒剂包括苯酚（石炭酸）、煤酚皂（来苏儿）、卤代苯酚及其他酚的衍生物。卤代苯酚及其他酚的衍生物对微生物的杀灭效果明显强于苯酚和煤酚皂。

酚类消毒剂为一类中效消毒剂，只能杀死细菌繁殖体和病毒，不能杀死细菌芽孢，对真菌的作用较弱。酚类消毒剂的消毒机制主要包括以下几点：

1. 破坏细胞壁和细胞膜结构，使细胞壁和细胞膜的通透性增加，造成菌体内含物外漏。
2. 渗入细胞内作用于胞浆蛋白，导致其凝固、变性和沉淀。
3. 作用于微生物的酶，使其酶系统失活。
4. 酚类消毒剂的羟基与蛋白质分子中的氨基反应，导致蛋白质功能丧失或被破坏。

（八）醇类消毒剂

醇类消毒剂为中效消毒剂，对细菌繁殖体、分枝杆菌、真菌及病毒均有杀灭作用，但不能杀灭细菌芽孢。醇类消毒剂主要通过引起蛋白质凝固变性、微生物代谢障碍及微生物细胞的溶解破坏等三方面发挥其消毒作用。

1. 对蛋白质的凝固变性作用 乙醇、异丙醇消毒剂首先对微生物

起到脱水作用，随即迅速渗入到蛋白质肽链内，使蛋白质变性、凝固、沉淀，导致微生物死亡。

2. 对细菌的破坏溶解作用　乙醇、异丙醇消毒剂能够渗透到菌体细胞内，破坏细胞壁和细胞膜的结构和功能，使细胞内容物漏出，最终导致细菌细胞破坏溶解。

3. 对微生物酶系统的破坏　醇类消毒剂能够抑制脱氢酶、氧化酶等微生物的酶系统，干扰了正常代谢，抑制了微生物的生长繁殖。

（九）季铵盐类消毒剂

季铵盐类消毒剂为阳离子表面活性剂，包括单链季铵盐类消毒剂（如新洁尔灭或苯扎溴铵和度米芬）与双链季铵盐类消毒剂（如百毒杀和利尔康 1210 强力消毒灭菌剂）。

季铵盐类消毒剂的消毒机制主要包括：破坏菌体的通透性屏障，改变其渗透性，导致菌体溶解破裂，内容物外流；渗透到菌体内使蛋白质发生变性、沉淀；破坏菌体内的酶系统，引起代谢障碍；表面活性剂高浓度聚集于菌体表面，阻碍细菌代谢而死亡。

（十）其他消毒剂

1. 酸碱类消毒剂　酸碱类消毒剂具有杀菌或抑菌作用，常用于消毒和防腐中，但由于酸碱消毒剂有比较强的腐蚀作用，所以应用范围受到了一定限制。酸碱消毒剂能够改变介质的 pH，抑制、破坏细菌细胞膜的通透性，引起微生物蛋白、核蛋白与酶的变性或水解而导致微生物死亡。

2. 胍类消毒剂　氯己定自 1954 年合成后，便得到了广泛应用，主要用于皮肤黏膜消毒，具有毒性小、性能稳定、使用方便等特点。氯己定对革兰氏阳性和阴性细菌繁殖体具有较强的杀灭作用，但对结核杆菌、细菌芽孢和某些真菌仅有抑菌作用。氯己定的主要杀菌机制包括：

（1）*破坏细胞膜*　氯己定能够迅速吸附于菌体表面，破坏细胞壁和细胞膜，导致胞浆成分漏出。

（2）*抑制细菌的酶系统*　氯己定可以进入菌体内，抑制酶系统，尤其是抑制了细菌脱氢酶和氧化酶的活性，引起细菌代谢障碍。

（3）*引起细胞浆成分凝聚*　高浓度下，氯己定引起细胞浆成分凝聚变性，导致细菌死亡。此外，高浓度的氯己定还可引起核酸沉淀，使微

生物复制、转录受阻。

3. 高锰酸钾及某些金属盐类 高锰酸钾是一种强氧化剂，可以杀灭细菌、病毒和真菌，如延长作用时间，也可杀灭细菌芽孢，并能破坏肉毒梭菌毒素。

高锰酸钾的杀菌作用主要源于其强氧化性。水溶液中，高锰酸钾释放出的新生氧能够氧化微生物蛋白质、核酸、酶等生物分子的活性基团，使它们失去生物学活性而发挥杀菌作用。还原后生成的二氧化锰与蛋白质结合，在低浓度时有凝聚收敛作用，高浓度时则有腐蚀作用。高锰酸钾的氧化性比过氧化氢强，故其杀菌力也强于过氧化氢。

某些金属盐类如升汞、硫柳汞、硝酸银等可用于皮肤黏膜的消毒与防腐。金属消毒剂主要依靠重金属能够与菌体蛋白分子中的巯基结合，使蛋白质变性、沉淀，而产生杀菌作用。

第三节 影响消毒灭菌效果的因素

消毒因子、环境及微生物等多种因素可以影响消毒灭菌的效果，所以了解和掌握这些因素，对保证消毒灭菌质量，有效防控动物疫病具有重要的理论指导和实践意义。

一、消毒因子方面的因素

（一）消毒因子、消毒方法的种类

不同消毒因子的杀菌效力和作用范围有差异，在消毒实践中必须予以考虑，并结合消毒对象的特点，选择合适的消毒剂和消毒方法，这是取得理想消毒效果的关键。例如，季铵盐类消毒剂对革兰氏阳性菌的杀灭效果好，如果要灭活革兰氏阳性菌则可选择该类消毒剂；但季铵盐类消毒剂对口蹄疫病毒无灭杀作用，也不能杀灭分枝杆菌或细菌芽孢，所以针对这些微生物应该选择环氧乙烷、过氧乙酸等灭菌剂，或选择热力、辐射等物理方法。紫外线、甲醛蒸汽的穿透力差，消毒时必须将消毒物品充分暴露，否则消毒不彻底。表 2 - 2 列出了鸡传染性法氏囊组织毒经 5 种化学消毒剂作用后，再感染 23 日龄雏鸡后的法氏囊病变数，以及其中鸡传染性法氏囊病毒（IBDV）的检出率情况，试验结果反映了不同消毒剂对传染性法氏囊病毒杀灭效果的差异。

表 2－2　5 种消毒剂对鸡传染性法氏囊组织毒的杀灭效果

消毒剂种类	浓度（mL/L）	感染鸡数（只）	病变法氏囊数（个）	法氏囊中 IBDV 抗原检出率（%）
甲醛	6	10	1	30
碘类	出厂说明的 2 倍	10	5	80
氯类	出厂说明的 2 倍	10	8	100
季铵盐类	出厂说明的 2 倍	10	9	100
酚类	出厂说明的 2 倍	10	5	80

注：消毒剂与鸡传染性法氏囊病毒的作用温度为 30℃。

（二）消毒因子的剂量

消毒因子的剂量包含作用强度和作用时间两方面因素。作用强度指热力消毒中的温度、电磁辐射中的照射强度和化学消毒剂中的浓度。作用强度与作用时间的乘积即为剂量。在一定范围内，作用时间与强度之间通过互相增减达到互补。一般来说，随着消毒剂浓度的增加，作用需要时间减少，消毒效力增强（表 2－3）。但是如果照射强度或浓度过低，即使增加作用时间，也不会取得良好的消毒效果。

表 2－3　不同浓度漂白粉液对细菌芽孢的杀灭作用

漂白粉浓度（%）	pH	有效氯含量（mg/L）	全部杀灭所需时间（min）
10	12.3	20 000	15
1	11.7	2 000	60
0.1	10.5	200	30
0.01	8.7	20	>60
0.001	7.8	2	>60

注：试验菌悬液含腊状杆菌芽孢 8×10^{6}/mL，马血清 20%。
引自薛广波主编《现代消毒学》，2002.

（三）消毒因子的组合与溶剂

为了提高消毒杀菌效果，消毒时常根据消毒剂的性质或不同消毒方法的特点，将两种消毒剂按照一定比例进行组合或配伍，或者将不同消毒方法组合，以提高消毒灭菌效果。反之，如果消毒剂的组合或配伍不

正确，则起相反结果。比如，以季铵盐类阳离子表面活性剂为载体的碘伏的杀菌效力增强，戊二醛与合适的阳离子表面活性剂合用，环氧乙烷与溴化甲烷、环氧乙烷等合用时均可提高消毒效力，超声波可以显著提高戊二醛的杀菌作用，紫外线、热对过氧化氢杀菌有增效或协同作用。而酸性消毒剂与碱性消毒剂合用、新洁尔灭与肥皂或阴离子洗涤剂合用，则降低消毒作用。

不同溶剂也会影响消毒剂的效力，比如，氯己定和季铵盐类消毒剂用70%乙醇配制比用水配制的穿透力强，杀菌效果增强；5%和10%的甲醛水溶液比4.6%和7.5%的甲醛-甲醇溶液的杀灭芽孢作用强。通常情况下，以甲醇、丙二醇等一些有杀菌作用的溶剂配制消毒液时，可以提高消毒效果，而用无杀菌作用的甘油、山梨酸等配制消毒液时，一般无增效作用。

（四）消毒液的存放时间

消毒剂配制成使用液后，一般随着存放时间的延长，由于挥发、分解、聚合等的影响，致使消毒灭菌效力减弱甚至消失，所以消毒剂最好现配现用。但是不同种类的消毒剂配好后受存放时间的影响程度不同，需针对各种消毒剂性质而定（表2-4）。

表2-4 消毒剂配好后的存放时间对杀灭口蹄疫病毒的影响

消毒剂名称	化学属性	稀释度	存放时间（d）	10℃作用时间（min）	病毒	杀灭率（%）
消毒快	氯制剂	1∶100	0	30	细胞毒	100
		1∶100	3	30	细胞毒	100
		1∶100	7	30	细胞毒	66
复合酚水剂	复合酚	1∶100	0	30	模拟粪毒	50
		1∶100	3	30	模拟粪毒	0
		1∶100	7	30	模拟粪毒	0

注：口蹄疫模拟粪毒为含10%的10^7 $TCID_{50}$口蹄疫细胞毒的猪粪稀释液。

二、环境方面的因素

（一）温度

消毒环境的温度会对消毒效果产生显著影响，温度的变化对不同消

毒剂的影响不同。消毒速度一般随温度升高而加快，杀菌作用也随之加强。比如，20℃时5%甲醛溶液杀死炭疽杆菌芽孢需要32小时，37℃时只需要90分钟；用甲醛蒸气消毒时，要求环境温度在18℃以上，最好能够在50～60℃条件下进行。碘伏在10～30℃范围内，杀菌效果无明显变化，但在30～40℃范围内，杀菌作用明显增强。但是消毒环境温度并不是越高越好，应用紫外线辐射消毒时，环境温度达40℃时，紫外光源辐射的杀菌紫外线最强，杀菌效果最好，但如果温度再升高或温度降低，均可使紫外线的输出减少。可见，过高和过低的温度对紫外线消毒均不利。因此，环境温度对消毒效果不可忽视，但其影响程度，可因消毒方法、消毒剂性质、使用方法以及微生物种类的不同而异。

（二）pH

pH的改变可以影响消毒剂的溶解度、解离程度和分子结构，进而直接影响到消毒剂的杀菌效果。不同化学消毒剂由于性质差异，对pH的要求不同。酚类消毒剂、含氯消毒剂、碘伏等在酸性条件下杀菌作用加强。而戊二醛和季铵盐类消毒剂在碱性条件下杀菌效果好。此外，pH对热力消毒也有一定影响，比如当pH 6.0时，热对乙酸盐缓冲液中的嗜热脂肪杆菌芽孢的杀灭速度比pH 3.0时的迅速。

（三）有机物

有机物如血清、血液、脓液、痰液、食物残渣、粪便以及培养基等的存在会明显干扰或影响消毒灭菌效果。例如，有机物存在时，含氯消毒剂的杀菌作用显著降低；甲醛、碘伏以及季铵盐类、过氧化物类消毒剂的消毒作用也受到明显影响；热力、紫外线、电离辐射等灭菌效力亦降低。因此，当有机物覆盖微生物时，需要适当加大消毒处理剂量或延长作用时间。有机物影响消毒效果的原因主要有：

1. 有机物可以在微生物的表面形成保护层，妨碍消毒剂与微生物的接触，或延迟消毒剂的作用，并可导致微生物逐渐产生对消毒剂的适应性或抗药性。同样，有机物对微生物的覆盖和保护，使热力、紫外线的穿透力减弱。

2. 有机物可与消毒剂作用，引起消毒剂对微生物的作用浓度降低或形成作用比原来弱的化合物，并且如果有机物与消毒剂作用形成不溶性产物时，该产物又对微生物起机械保护作用。

3. 有机物可以中和或吸收一部分消毒剂，蛋白质对消毒剂具有缓冲作用，可部分中和酸性或碱性消毒剂；蛋白质还可通过清除自由基团，保护细菌抵抗辐射损伤；脂肪或磷脂可优先溶解或吸收部分消毒剂。这些作用均导致消毒剂的有效作用浓度降低。

（四）相对湿度

消毒环境的相对湿度对气体消毒剂的消毒灭菌效果有显著影响。如环氧乙烷、甲醛在熏蒸消毒时，均需要合适相对湿度。此外，紫外线、热力消毒也受相对湿度的影响。紫外线消毒时，要求相对湿度最好在60%以下，如果过高，可以阻挡紫外线，使其杀菌效力降低。而热力消毒时，相对湿度越高，灭菌效果越好。

（五）金属离子

金属离子的存在对消毒效果有一定影响，可以增加或降低消毒效果。例如，Mg^{2+}、Ca^{2+}能够降低煤酚皂与苯扎溴铵的杀菌力，所以不能用硬水配制煤酚皂和苯扎溴铵消毒液（表 2－5）；Mg^{2+}、Ca^{2+}或Ba^{2+}可以明显降低长链脂肪酸的杀菌作用；Mn^{2+}能够增加水杨醛对假单胞菌的杀灭作用，而Zn^{2+}则降低水杨醛对该细菌的作用。

表 2－5　水的硬度对 0.1%苯扎溴铵杀灭布片上绿脓杆菌的影响

硬度（mg/L）	作用 3min 结果	
	平均存活菌数（cfu/片）	平均杀灭率（%）
0	17 460	99.21
100	37 570	98.30
300	55 700	97.48
500	88 000	96.02
700	143 000	93.50

引自薛广波主编《现代消毒学》，2002.

三、微生物方面的因素

（一）微生物的种类

不同种类的微生物，或者同种微生物的不同株对各种物理和化学消

毒因子的抵抗力不同，如不同微生物对乙醇消毒剂的敏感性有明显差异（表 2-6）。因此在选择消毒剂时必须对这些因素加以考虑。

表 2-6　微生物对乙醇消毒剂的敏感性

细菌种类	敏感性
革兰氏阳性菌	高度敏感
革兰氏阴性菌	高度敏感
抗酸细菌	敏　感
真菌及其孢子	敏　感
细菌芽孢	抵　抗
囊膜病毒	敏　感
无囊膜病毒	抵　抗

微生物对消毒剂抵抗力的区别与不同微生物的屏障结构（细胞壁和细胞膜）及细胞含有的特殊成分有关。革兰氏阴性菌细胞壁的结构和组成复杂，其中含有丰富的类脂质，构成阻止消毒药物侵入细胞内的屏障，而革兰氏阳性菌细胞壁的基本成分是肽聚糖，类脂含量较低，所以革兰氏阳性菌比革兰氏阴性菌对消毒剂敏感。

分枝杆菌对消毒剂的抵抗力比其他细菌繁殖体强，与其细胞壁的构成有很大关系。分枝杆菌细胞壁不仅含有肽聚糖，而且还有高度的类脂，使其细胞壁具有较强的疏水性和抵抗力。

细菌芽孢壁结构致密而多层，理化因子不易渗入，且含水量少，蛋白质受热不易变性。芽孢内含有一种特殊的化合物吡啶二羧酸，与钙结合形成的复合物能够提高芽孢的耐热性和抗氧化能力。此外，芽孢内还有类酸溶性芽孢小蛋白，可与芽孢芯髓内的 DNA 紧密结合，使 DNA 免受高温、辐射、干燥等的破坏。所以芽孢对大多数理化消毒因子具有抵抗力。例如，酚类、季铵盐类、乙醇、双胍类等均不能杀死芽孢，热力杀灭芽孢时需提高温度和延长加热时间。

不同病毒对理化因子的抵抗力有差别。比如囊膜病毒对酚及其衍生物、新洁尔灭或苯扎溴铵和度米芬等具有亲脂特性的消毒剂敏感。无囊膜病毒对亲脂性消毒剂不敏感，其对消毒剂的敏感性介于细菌繁殖体与芽孢之间。朊病毒对理化因子的抵抗力非常强，比芽孢的抵抗力还强。

（二）微生物的数量

一般来说，污染的微生物数量越多，消毒效果越差。因此，在消毒

前应该对消毒对象上污染的微生物数量有大致了解，以便确定消毒处理剂量，通过加大照射剂量、药物浓度或延长作用时间，来保证消毒效果。

（三）微生物的菌龄和生长阶段

一般认为成熟、培养天数长的微生物比未成熟、培养天数短的微生物对理化消毒因素的抵抗力强。比如，环氧乙烷对培养 2～6 天的枯草杆菌黑色变种芽孢的杀灭效果比培养 8～14 天者更加彻底，说明菌龄（培养天数）不同的枯草杆菌黑色变种芽孢对环氧乙烷的敏感性不同。大肠杆菌在静止期对热的抵抗力较大，开始生长时抵抗力降低，增生最快时抵抗力最大；耐热链球菌在对数期的早期，对热的抵抗力较强。可见，微生物的菌龄、生长阶段不同对一些理化消毒因素的抵抗力不同。

（四）微生物的耐药性

微生物长期接触某种消毒剂后，会对该种消毒剂产生耐药性。产生耐药性的主要原因可能是在选择压力下，微生物发生了基因突变，或者获得了耐药性质粒或耐药性基因。已有研究表明，医院消毒机械内分离到的分枝杆菌，下水道中分离的长杆菌科细菌、葡萄球菌、杆菌等细菌对经常使用的戊二醛、洗必泰、聚乙烯吡咯烷酮碘的敏感性降低。

第四节　消毒灭菌方法选择的原则

消毒灭菌方法包括物理法、化学法和生物法三大类，每类中又包括多种方法或消毒剂，不同消毒方法和消毒剂均有各自的优缺点。因此，在消毒实践中应结合消毒对象、消毒方法或消毒剂的特点，以及不同消毒因子的配伍、毒理学、费用效益等情况进行综合考虑，遵循消毒灭菌方法选择的一般原则，保证以最低费用取得最理想的消毒效果。消毒灭菌方法选择的一般原则主要包括下述几项：

一、选择批准使用的消毒剂和消毒方法

消毒灭菌所涉及的消毒方法、消毒剂及其设备已经被国家卫生行政部门批准，并按照批准的范围和方法在动物养殖场、运输工具、疫源

地、兽医院等消毒中使用。凡是国家卫生行政部门没有批准，或过去批准现在由于某种原因又被禁用的消毒方法、消毒剂不能选用。

二、根据物品污染微生物的种类、数量和危害性选择消毒灭菌方法

1. 对被细菌芽孢、分支杆菌、真菌孢子和传染性极强的口蹄疫病毒、高致病性禽流感病毒、目前国内没有的外来病原微生物等污染的物品，选用化学灭菌剂处理或物理灭菌法。

2. 对被真菌、病毒、螺旋体、支原体、衣原体和细菌繁殖体等病原微生物污染的物品，选用高效化学消毒剂、灭菌剂处理或物理灭菌法。

3. 对被抵抗力较低的普通微生物污染的物品，可选用低效消毒剂处理或物理消毒灭菌法。

4. 当消毒物品上微生物污染特别严重，或者有较多有机物存在时，应加大消毒剂的使用剂量和/或延长消毒作用时间。

三、根据消毒物品的性质和消毒的对象选择消毒方法

不同消毒物品对热、酸、碱、有机溶剂等的耐受性不同，所以在选择消毒方法时需考虑消毒物品的性质，以达到既能够保护消毒物品不受损坏，又可使消毒方法或措施易于发挥作用的目的。

1. 耐高温、耐湿度的物品和器材，应首选压力蒸汽灭菌；耐高温的玻璃器材、金属制品、陶瓷制品、油剂类和干粉类等可选用干热灭菌。

2. 不耐热、不耐湿、易腐蚀的物品如塑料制品、各种织物、皮毛制品等，可选择环氧乙烷或低温蒸汽甲醛气体、电离辐射等方法消毒灭菌。

3. 不耐热、耐湿、耐腐蚀的物品，可选用戊二醛、过氧乙酸、含氯消毒剂、季铵盐类等化学消毒法。

4. 器械的浸泡灭菌，应选择对金属无腐蚀或基本无腐蚀性的消毒剂。

5. 物品表面消毒时，应考虑表面性质，光滑表面可选择紫外线照射，或液体消毒剂擦拭；多孔材料表面可采用喷雾消毒法或气体熏蒸法。

6. 患烈性传染病动物尸体，首选焚烧法；污染的动物产品，可根

据污染的病原微生物的种类，选择高压蒸汽、焚烧或中效以上的消毒灭菌剂处理；污染的饲养用具、笼具、围栏等金属器械和设施以及水泥或砖石结构的围墙、地面等，可选择焚烧法、中效以上的消毒灭菌剂处理。

7. 污染的动物粪便、饲料、垫草等常选择生物热消毒法，但当其中含有炭疽杆菌、气肿疽梭菌等细菌芽孢时，需选用焚烧法。

8. 圈舍、饲养用具、车辆、运动场地等的例行定期消毒，可先采取机械除菌，如扫、擦、抹、刷、通风等，然后进行日晒或选用中效化学消毒剂进行消毒。

四、选择对物品、人和动物危害小、毒性低的消毒方法

根据每种消毒灭菌方法的特点，充分考虑它们对消毒物品损坏程度、人和动物的毒副作用以及对环境造成的污染程度，尽可能选择危害小、毒性低，而且消毒灭菌效果好的消毒方法。比如，过滤除菌和紫外线消毒是空气消毒的首选方法。苯酚是酚类化合物中最古老的消毒剂，在 20 世纪 70 年代前曾广泛应用于医学与卫生防疫消毒中，但由于它对机体组织有腐蚀性和刺激性，其蒸汽对人有毒性，大量使用对环境可能造成酚污染，故目前已不主张应用苯酚进行消毒，而逐渐被消毒效果更好、毒性较低的酚类衍生物所代替。

五、选择经济效益高的消毒方法

消毒时除了考虑消毒方法的消毒灭菌效力外，还需要对其使用价值，即费用-效益进行分析。费用包括直接费用和间接费用，直接费用指购买消毒剂与消毒设备费用、人力费、设备损耗费以及消毒可能带来的物品损坏、人和动物伤害费等；间接费用指采用这种消毒方法带来的其他资源的消耗。效益包括由于这种消毒方法的采用而带来的疫病发病率和动物死淘率的减少、药物与诊疗费用的降低，以及相应动物产品数量和质量提高等带来的直接经济效益，还包括由于疫病的预防和控制而带来的其他间接效益，如阻止或减少疫病对周边地区动物的威胁、公共卫生安全等方面的社会和经济效益。所以，在消毒时应该选择高效、价廉、使用方便、低毒、安全的消毒方法，以保证用最低的费用取得最佳的消毒效果。

（宋勤叶　张振兴）

第三章

物理消毒灭菌技术与设备

目前在我国应用的物理消毒和灭菌技术主要有机械清扫、热力消毒灭菌、紫外线消毒、微波消毒、过滤除菌、电离辐射消毒灭菌、等离子体消毒灭菌和超声波消毒等。其中紫外线消毒、微波消毒和过滤除菌等虽然可以杀灭大多数微生物，但灭菌不够彻底，一般主要用于消毒；超声波只能用于消毒；电离辐射、热力消毒、等离子体等主要用于灭菌。物理消毒灭菌是目前应用范围较广、效果较可靠的技术。

物理消毒灭菌技术在动物养殖和生产中具有独特的特点和优势。首先，物理消毒灭菌一般不改变被消毒物品的形状与原有组分，能保持饲料和食物固有的营养价值；其次，物理消毒灭菌不产生有毒有害物质残留，不会造成被消毒灭菌物品的二次污染；再次，物理消毒灭菌一般不影响被消毒物品的性状；最后，物理消毒对周围环境的影响小。但是大多数物理消毒灭菌技术往往操作比较复杂，需要大量的机械设备，而且成本较高。

第一节　机械性清除

一、机械清除的意义

清洁的环境是做好消毒灭菌的一个重要环节，如果不进行有效的机械清除，则化学消毒剂很难达到作用效果。通风也具有消毒的实际意义，尤其是对呼吸道疾病，虽然不能杀灭病原体，但可以减少环境中病原体的数量。通风不良是动物冬季呼吸道疾病高发的主要诱因。通过机械清除还可以去除饲料中的一些坚硬、锋利的杂质，降低了这些杂质损伤消化道黏膜而引发条件病原体的感染致病的可能性，因此也具有消毒的实际意义。

二、机械清除技术

用机械的方法清洁环境，通过清扫、清洗、洗刷、擦拭、填埋和通

1385925

风等清除有害微生物和寄生虫（卵）等，是最普通和常用的技术。包括圈舍地面的清扫和清洗、动物被毛的刷洗等，可以将圈舍内的粪便、垫草、饲料残渣等清除干净，并去除动物体表的污物。随着这些污物的清除，大量的有机污染物和病原体也被清除。

在清除之前，应根据清扫的环境是否干燥和可能存在病原体的危害程度，决定是否需要先用清水或某些化学消毒剂进行喷洒，防止在打扫时造成尘土飞扬，从而造成病原体随着飞扬的尘埃进行扩散和传播，影响人和动物健康。机械性清除不能达到彻底消毒灭菌的目的，必须配合其他消毒灭菌方法进行。

第二节　热力消毒灭菌技术与设备

人类用热进行消毒、灭菌和防腐的历史非常悠久，原始人和古代人已懂得用火加热食物，以防止其腐败。进入中世纪以后，人们用火焚毁病人的衣物和尸体，以防止传染病的发生与流行。随着科技的进步，热力消毒灭菌的技术和设备也有了很大的发展和提高。热可以灭活一切微生物，包括细菌繁殖体、真菌、病毒和抵抗力强的细菌芽孢和真菌孢子。不同微生物对热的耐受程度存在很大差异，如 80℃、5～10 分钟可以杀灭细菌繁殖体、真菌等，但要在湿热 120℃、10 分钟才能杀灭炭疽杆菌芽孢。

目前，热力消毒灭菌技术被公认为是效果最可靠的消毒灭菌技术之一。因此，热力消毒和灭菌技术不仅广泛应用于医学领域，而且在食品和饲料工业灭菌上也深受重视。热力消毒与灭菌根据热量传递介质的不同可以分为干热、湿热两种消毒灭菌技术。

一、干热消毒灭菌

干热消毒灭菌技术又可以分为以下几种。

（一）焚烧

焚烧是一种破坏性的消毒灭菌方法。适用于尸体的焚烧，尤其是发生烈性传染病时带菌的动物尸体；发病动物污染的场所和垫草、垫料的焚烧等。灭菌非常彻底，可直接点燃或在焚烧炉内焚烧。

（二）火焰喷烧（烧灼）

指用火焰直接烧灼器材使其达到一定温度，从而达到灭菌目的。烧

灼的火焰温度高，灭菌效果非常可靠，适用于微生物实验室中常用的接种针、接种环、涂菌棒等耐热的金属和玻璃器材等的灭菌，对外科手术器械也可以采用烧灼灭菌，效果可靠，但对灭菌器械有损伤性。在养殖业生产中，火焰喷烧消毒灭菌法，同样可用于金属笼器具，圈舍的墙面和地面消毒等，效果确实，经济实用。

（三）干热烘烤（干烤）

适用于一些在高温下不发生变质和变形的物品，如金属、陶瓷、玻璃制品等的灭菌。干烤箱内的温度可控制在 160～170℃。维持时间 60～150 分钟。如果温度超过 170℃以上，则容易造成有机物碳化。具体物品干烤所需要的温度和时间见表 3－1。使用烤箱消毒灭菌时，应注意以下几方面的问题：被消毒的玻璃器皿应清洗干净并充分干燥后再进行干烤，其他器械也应洗净后再干烤；物品不应过大，物品之间应保证有足够的空隙，保证空气流通；在灭菌进行过程中不能放入新的物品；灭菌时间应从烤箱内温度上升到指定的温度时开始计算。

表 3－1　一些物品干热灭菌的温度与时间

物　品	温度（℃）	维持时间（分）
手术器械、金属制品	150	60
试管、吸管、培养皿、	160	60
注射器和玻璃细胞培养瓶	180	30
装在金属或玻璃筒内的吸管	160	120

（四）红外线辐射

红外线是指波长为 0.77～100 微米的电磁波，有较好的热效应，以 1～10 微米波段之间消毒灭菌能力最强。红外线由红外线灯泡产生，不需要经过空气传导，加热速度快，但只在被照射物体表面产生热效应，因此不能使消毒物品的不同部位均匀受热。而且消毒灭菌物品的颜色对红外线有一定程度的吸收作用，颜色越深吸收越多，反之则少。离光源的距离越近受热越多，反之则少。

红外线的杀菌作用原理与干热相同。用红外线烤箱消毒灭菌时所需要的温度和时间同干烤法。

红外线烤箱装有红外线灯泡，产生的红外线直接照射在被消毒灭菌物品上。多面装有灯泡的烤箱，将消毒灭菌物品放在烤箱的中央；单侧装有灯泡的烤箱，消毒灭菌托盘多为旋转式的，使消毒灭菌物品在烤箱内不断旋转，从而使各面都受到照射。国内应用的红外线烤箱有如下几种。

1. 自动输送式红外线烤箱 消毒灭菌物品放在传送带上送入烤箱，在180℃下作用30分钟，然后自动送出，用于金属和玻璃注射器和手术中金属器械的消毒灭菌等，见图3-1。

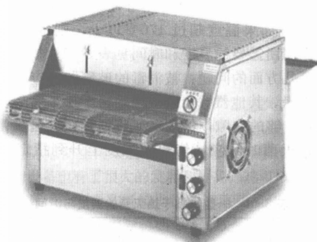


图3-1 自动输送式红外线烤箱

2. 高真空红外线烤箱 内有8个灯泡和一个真空泵，先抽真空，然后加热到280℃，持续7分钟，冷却时充入过滤除菌的氮气，以防止空气进入引起被消毒灭菌物品的氧化，消毒灭菌全过程15分钟，用于医疗器械的消毒灭菌，见图3-2。

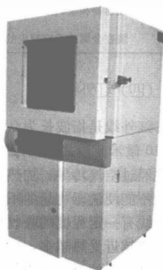


图3-2 高真空红外线烤箱

3. 红外线安瓿灭菌器 用于安瓿灭菌，见图3-3。

4. 国产远红外线快速恒温烤箱 是用电阻丝加热，经碳化硅远红外线辐射板产生高强度远红外线（波长在4微米以上）。最高工作温度可达200℃，可用于医疗器械的灭菌。

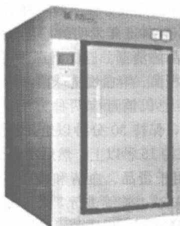


图 3-3　红外线安瓿灭菌器

二、湿热消毒灭菌

常用的湿热消毒灭菌主要有以下几种。

（一）煮沸消毒灭菌

煮沸消毒灭菌是最古老的消毒灭菌方法之一。这种方法简便易行、经济实用、杀菌能力比较强、效果可靠，适用于消毒饲料、生产用具、金属和玻璃制品、工作衣帽等。煮沸消毒要求在水沸腾的条件下维持5～15分钟，即可达到消毒灭菌目的。如果水温达到100℃，细菌繁殖体、真菌和病毒等被立即杀死。而杀灭细菌芽孢所需的时间则比较长，有的要15～30分钟，甚至有的要几个小时才能杀灭，如需要5.5小时才能杀死肉毒梭菌芽孢。在水中加入1%～2%的碳酸氢钠，可将水的沸点提高至105℃，既可缩短杀灭芽孢所需时间，还可防止金属器械的生锈。

煮沸消毒时应注意：物品应清洁后再进行煮沸消毒；除玻璃制品外，待消毒物品均应在水沸腾后加入；消毒时间应从水沸腾后开始计算；被消毒物品应完全没于水中，如物品露出水面，需补加足够的水分，待水沸腾后，重新计算消毒时间；消毒过程中切勿加入其他物品；消毒物品的体积应一般不超过消毒容器总容积的3/4；工作服等的消毒应适当搅拌；不透水物品应垂直放置，以利于水的流动；消毒注射器材时，针筒、针头等应拆开分放；经煮沸消毒的物品，“无菌”有效期不超过6小时。

（二）巴氏消毒

巴氏消毒指应用较低的温度杀灭液体食品中的病原菌或特定微生

物，而不会破坏物品中不耐热成分性质的一种消毒方法。巴氏消毒是由法国微生物学家巴斯德于 1865 年发明的，至今国内外仍广泛应用于对牛奶、啤酒和饮料等食品的消毒。巴氏消毒法可杀灭牛奶中布氏杆菌、沙门氏菌、牛结核分枝杆菌、溶血性链球菌，但对细菌芽孢和嗜热脂肪芽孢杆菌等不能杀灭。巴氏消毒有两种方法，一种是使温度维持在 52.8～65.6℃的范围内，保持 30 分钟以上，然后再冷却至 10℃以下；二是加热到 71.7℃，保持 15 秒以上，然后冷却至 10℃以下。

巴氏消毒法也可用于蛋品、血清和疫苗的消毒。血清可加热至 56℃维持 1 小时，每天一次，连续进行 3 天，可保持血清不变质；制备疫苗时一般需加热 60℃1 小时。巴氏消毒也可用于医疗器械的消毒。由于巴氏消毒是沸点以下的文火消毒，所以只能杀灭大多数细菌的繁殖体，不能完全灭菌。

（三）常压蒸汽消毒

常压蒸汽消毒又称为流通蒸汽消毒，是指在标准大气压下，用 100℃的水蒸气进行消毒。此方法主要用于食物、饲料和器具等不耐高热物品的消毒。

流通蒸汽消毒具有很强的杀菌能力，在消毒过程中，当热的水蒸气遇到冷的物品凝结成水时会将其中的潜热全部放出，从而使物品的温度迅速提高。同时蒸汽凝结成水后体积突然降低 1 000 余倍，从而产生局部的强负压，加强了水蒸气对有孔物品的穿透力，使物品深部也可达到消毒温度。

流通蒸汽消毒的设备种类较多，一般有蒸汽发生器、回流罩、消毒室支架等几个部分。家庭用的蒸笼、蒸锅也属于常压蒸汽消毒。有时在实验室内也可用高压灭菌器进行常压蒸汽消毒。

流通蒸汽消毒时应注意：消毒的作用时间应从水沸腾后看到有蒸汽喷出时开始计算，消毒的维持时间与煮沸消毒一样；物品的包装不易过大，物品之间应松散放置，便于蒸汽流通；吸水物品不可浸湿放入，否则蒸汽不易进入孔隙。

（四）低温蒸汽消毒

低温蒸汽消毒是将温度控制在 75℃时进行消毒。主要应用于消毒处理塑料制品、橡胶制品等不耐高热器材。这种方法可以杀灭大多数致病性微生物和有害微生物，经济方便，易于控制。将蒸汽通入真空压力

锅中，蒸汽的温度高低取决于压力锅内压力的大小，通过控制压力可以精确控制蒸汽的温度。例如压力在 47.3 千帕时，温度为 80℃。这种低温下的饱和蒸汽比同一温度下的水消毒作用更大，因为蒸汽凝结时可以释放出潜热，加强消毒作用。实验发现，在低于大气压的蒸汽中加入甲醛可增强消毒效果。目前，加或不加甲醛的低温蒸汽消毒已经发展成为国外医院消毒中常规应用的方法。

（五）压力蒸汽灭菌

压力蒸汽灭菌指利用压力蒸汽加热对物品进行灭菌的一种方法。压力蒸汽灭菌的温度高，速度快，穿透力强，灭菌效果可靠，是医疗卫生工作和物品常规消毒灭菌中应用最广泛的一种灭菌方法。压力蒸汽灭菌器一般分为下排气式压力蒸汽灭菌器和预真空压力蒸汽灭菌器。

1. 下排气式压力蒸汽灭菌器 这类灭菌器的下部有气体排出孔，用来排放灭菌器内的冷空气。该类灭菌器又分为三种，有手提式下排气式压力蒸汽灭菌器、立式下排气式压力蒸汽灭菌器和卧式下排气式压力蒸汽灭菌器，见图 3 - 4。

2. 预真空压力蒸汽灭菌器 该灭菌器同抽气机相连，通入蒸汽前先抽真空，以利于蒸汽的穿透。我国近年来使用的大多为下排气式压力灭菌器，预真空式高压灭菌器已经开始供应使用。该类灭菌器分为两种，包括程控预真空和脉动压力蒸汽灭菌器和脉动真空式压力蒸汽灭菌器。

3. 压力蒸汽灭菌的注意事项

（1）*应充分排除压力蒸汽灭菌器内空气* 如果压力蒸汽灭菌器内的冷空气不能完全排出，虽然压力已经达到指定要求，但是温度还没有达到指定要求，导致灭菌失败。灭菌器内残余空气还可影响蒸汽向消毒物品深部穿透。空气未完全排出时，被消毒物品内部温度低、外部温度高，达不到灭菌要求。所以空气一定要完全排掉。

（2）*正确计算灭菌时间* 压力蒸汽灭菌的时间，应从灭菌器内部或深层达到指定温度时开始计算，至灭菌完成时为止。灭菌时间一般包括以下三个部分：热力穿透时间、微生物热死亡时间和安全时间。热穿透时间即从消毒柜内达到灭菌温度到消毒物品中心部位也达到灭菌温度所需时间，与物品的性质、包装方法、体积大小、放置状况、灭菌器的种类、灭菌器内空气残留情况等因素有关。微生物热死亡时间即杀灭微生物所需时间，一般用杀灭嗜热脂肪杆菌芽孢的时间来表示，115℃为 30 分钟，121℃为 12 分钟，132℃为 2 分钟。安全时间一般为微生物加热

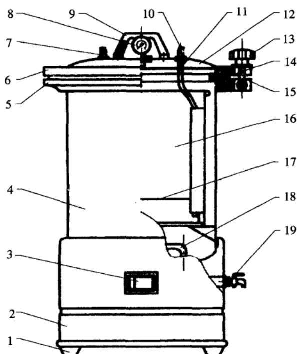


图 3-4　手提式下排气式压力蒸汽灭菌器

1. 机脚　2. 座圈　3. 电源开关　4. 主体桶身　5. 下法兰　6. 上法兰　7. 安全阀　8. 压力表　9. 手柄　10. 放气阀　11. 通气管　12. 锅盖　13. 蝶形螺母　14. 密封圈　15. 活节螺栓　16. 储物桶　17. 承物板　18. 电热管　19. 放水阀

死亡时间的一半。

一般下排气式压力蒸汽灭菌器所需灭菌时间是 115℃需 30 分钟，121℃需 20 分钟，126℃需 10 分钟。此处的温度是根据灭菌器的压力表所示的压力数来确定的。当压力表显示每平方寸 15 磅时，灭菌器内温度为 121℃；每平方寸 20 磅时为 126℃。

(3) *消毒物品的包装和容器应合适*　消毒物品的包装过大过紧，不利于蒸汽的流通，蒸汽也不易穿透物品的内部，使物品内部难以达到灭菌温度。盛放消毒物品的容器应有孔，最好用铁丝编织的提篮。

(4) *消毒物品的放置应合理*　消毒物品的体积不易超过消毒柜容积的 85%；物品之间应保留适当的空间以利于蒸汽的流通；体积较大的物品应放置于上部，利于内部空气的排出和热蒸汽的穿透；垂直放置消毒物品可提高消毒效果。

(5) *加热速度不能太快*　加热速度过快，使消毒室温度很快达到指定要求，而物体内部尚未达到（物品内部达到所需温度需要较长时间），

致使在预定的消毒时间内达不到灭菌要求。

（6）*物品的预处理*　当消毒物品带有大量的有机污染物时，应先进行洗涤后再进行高压灭菌。

（7）*注意安全操作*　由于要产生高压，所以安全操作非常重要。高压灭菌前应先检查灭菌器是否处于良好的工作状态，尤其是安全阀是否良好；加热必须均匀，开启或关闭送气阀时动作应轻缓；加热和送气前应检查门或盖子是否关紧；灭菌完毕后减压不可过快；对烈性污染物灭菌时，应在排气孔末端接一细菌滤过器，防止微生物随排出的空气冲出而造成环境的污染和人员的感染。

三、热力消毒效果评价

热力消毒灭菌分为干热法和湿热法，这两种灭菌方法是迄今为止最常用、最可靠的方法。但是由于受诸多因素的干扰，灭菌失败的可能仍然存在，所以，进行常规的灭菌效果评价是很有必要的。

对热敏感的微生物主要有细菌繁殖体（包括结核分枝杆菌）、裸露的病毒（无血清或其他有机物保护）、生长期霉菌等，在65℃、100℃的水中可很快死亡。中度敏感的微生物主要有受血清保护的病毒、粪链球菌、霉菌孢子，可以使用煮沸消毒。热耐受微生物主要有炭疽杆菌芽孢、肉毒梭菌芽孢、破伤风梭菌芽孢。枯草杆菌芽孢对干热的耐受性比嗜热脂肪杆菌芽孢更强，常用其作为干热灭菌的指示菌。高度耐热菌主要是嗜热脂肪杆菌芽孢，在100℃水中可耐受300小时。除了各种微生物对热的抵抗力不同外，同一种微生物由于生长条件（温度、营养条件）、菌龄、生长阶段和有无有机物等不同，对热的抵抗力也有明显不同。

目前，热力消毒灭菌效果监测主要应用化学指示法和生物学指示法。干热灭菌效果所用的生物指示菌为枯草杆菌黑色变种芽孢（ATCC 9372），37℃培养。压力蒸汽灭菌效果所用生物指示菌为嗜热脂肪杆菌芽孢（ATCC 7953或SSIK 31），56℃培养。

（一）压力蒸汽灭菌效果的监测与评价

1. 物理测试法　测试灭菌柜的温度要使用留点温度计。这种温度计的构造与普通体温计相同，它能指示出灭菌柜内在消毒过程中达到的最高温度，从而确定是否已达到灭菌要求。这种温度计最高能指示到160℃，具体操作方法是：在灭菌前，先将温度计的水银柱甩到15℃以下，然后放置于灭菌柜内物品的中心部位（最难灭菌处）。如物品体积

较大，可考虑多放几支。灭菌完毕后，取出并观察其所指示温度，如指示温度达不到灭菌要求的温度，表明所放置的物品未达到灭菌要求。但该方法仅能指示灭菌过程中所达到的最高温度，不能指示温度的持续时间，只能可作为判定消毒效果的一个参考指标。

2. 化学监测法 压力蒸汽灭菌效果的化学监测是使用化学指示剂进行监测，该监测是一种间接指标，一般多用于日常监测。

（1）化学指示标签 这种标签既能指示温度高低，又能指示一定温度所持续的时间。监测时，将化学指示标签（指示卡或管）放入待灭菌物品内的最难灭菌的部位，在灭菌结束后，取出化学指示标签，根据它的颜色或性状的变化来判断是否达到灭菌的要求。不同的监测要求，可采用不同的指示卡。如 121℃、20 分钟压力蒸汽灭菌指示卡，用于下排气式压力蒸汽灭菌效果的监测；132℃、3 分钟压力蒸汽灭菌指示卡，用于预真空和脉动真空压力蒸汽灭菌效果的监测；B－D 试纸（冷空气测试卡），用于监测预真空压力蒸汽灭菌器灭菌时冷气是否彻底排除，并非用于提示灭菌是否合格。

结果判断依据为：在测试时所放置的化学指示卡（管）的性状或颜色均变至规定的条件或颜色，可判定物品灭菌合格。

使用时应注意如下事项：化学指示卡作为灭菌指示剂放于灭菌包的中心时，勿将该卡与金属或玻璃物品直接接触，以免遇冷凝水湿润，影响变色；在监测中所用的化学指示剂要经过质量检测部门批准，并在产品的有效期内使用。

（2）化学指示胶带 将化学指示胶带粘贴在每一个待灭菌的物品包上，经过一个完整的灭菌周期后，指示胶带的颜色改变，表示该物品已经灭菌处理。这只能指示是否已灭菌而并不能表示灭菌是否合格。

3. 生物监测法 生物监测是用国际标准抗力的细菌芽孢所制成的干燥菌片或是用菌片与培养基组成的生物指示剂来进行监测。通过生物指示剂是否完全被杀灭来判断物品包内的各种微生物是否全部被杀灭，所以生物监测是判断灭菌效果的直接指标，因此该法属于裁定性监测。

（1）指示菌株 指示菌株为耐热的嗜热脂肪杆菌芽孢（ATCC 7953 或 SSIK31 株），菌片含菌量为 5.0×10^5～5.0×10^6 菌落形成单位（CFU）/片。在 121℃±0.5℃条件下，D 值（杀灭 90%微生物个体所需时间，以分钟计，下同）为 1.3～1.9 分钟，杀灭时间（KT 值）≤19分钟，存活时间（ST 值）＞3.9 分钟。

（2）培养基 溴甲酚紫葡萄糖蛋白胨水培养基。

（3）测定方法　将嗜热脂肪杆菌芽孢菌片分别装入已经灭菌小纸袋内（每袋两片），置于灭菌柜内各层的内、中、外三点或放置在灭菌柜内物品中心最难灭菌处；若使用手提压力蒸汽灭菌器，则将指示菌片分别放在灭菌物品中心的两个灭菌试管内，并盖上塞子（试管口用灭菌牛皮纸包封）；也可用通气贮物盒（22 厘米×13 厘米×6 厘米）来代替标准试验包，其中盒内装满试管，指示菌片放于中心部；经一个灭菌周期后，在无菌条件下取出指示菌片，投入溴甲酚紫葡萄糖蛋白胨水培养基中，经 56℃±1℃培养 7 天，观察培养基颜色变化。

（4）结果判定　每个指示菌片接种的溴甲酚紫葡萄糖蛋白胨水培养基都不变色，判定为灭菌合格；若有一个指示菌片接种的溴甲酚紫蛋白胨水培养基由紫色变为黄色时，则灭菌过程不合格。

（二）干热灭菌效果监测与评价

1. 化学监测法

（1）监测方法　将既能指示温度变化又能指示温度持续时间的化学指示卡（管）3～5 个分别放入待灭菌的物品中，并置于灭菌器中热量最难达到的灭菌部位。经一个灭菌周期后，取出化学指示剂，据其颜色及性状的变化判断是否已经达到灭菌条件。

（2）结果判定　监测时，所放置的指示管的颜色及性状均变至规定的条件，则判为达到灭菌条件；若其中之一未达到规定的条件，则判为未达到灭菌条件。

（3）注意事项　监测所用的化学指示剂需经相关的质量监测部门认可，并在有效期内使用。

2. 物理监测法（热电偶监测仪法）

（1）监测方法　监测时，将多点温度检测仪的多个探头分别放于灭菌器的各层内、中、外各点，灭菌物品容量不能超过 80%，关好柜门，将导线引出，通过记录仪显示来观察温度上升与持续时间。

（2）结果判定　若所示温度（曲线）达到预置温度和时间（160℃2 小时，或 170℃1 小时），则灭菌温度合格。

3. 生物监测法

（1）指示菌株　枯草杆菌黑色变种芽孢（ATCC 9372），菌片含菌量为 5.0×10^5～5.0×10^6 菌落形成单位（CFU）/片。应符合以下条件：在温度 160℃±2℃时，其 D 值为 1.3～1.9 分钟，存活时间（ST 值）≥3.9 分钟，死亡时间（KT 值）≤19 分钟。

(2) 监测方法　将枯草杆菌芽孢菌片分别装入待灭菌的试管内（每管放 1 片），在灭菌器与各层门把手的对角线内、外角处放置 2 个含菌片的试管，试管帽置于试管旁，关好柜门，经一个灭菌周期后，待温度降至 80℃时，加盖试管帽后，取出试管。在无菌条件下，加入普通营养肉汤培养基（每管 5 毫升），以 36℃±1℃培养 48 小时，观察初步结果，无菌生长管继续培养至第 7 日。

(3) 结果判定　若每个指示菌片接种的肉汤均澄清透明，判为灭菌合格，若指示菌片之一接种的肉汤混浊，判为不合格；对难以判定的肉汤管，取 0.1 毫升接种于营养琼脂培养皿，用灭菌 L 形棒涂匀，放 36℃±1℃培养 48 小时，观察菌落形态，并做涂片染色镜检，判断是否有指示菌生长。若有指示菌生长，判为灭菌不合格；若无指示菌生长，判为灭菌合格。

第三节　紫外线辐射消毒灭菌技术与设备

紫外线是光谱中介于可见光的紫色光和 X 射线波段之间范围内的光波。其波长范围为 100～400 纳米，其中又可分为长波紫外、中波紫外、短波紫外和真空紫外四个波段，也分为 A、B、C、D 波紫外线，A 波紫外线（长波紫外线）为 315～400 纳米、B 波紫外线（中波紫外线）为 280～315 纳米、C 波紫外线（短波紫外线）为 200～280 纳米，D 波紫外线（真空紫外线）为 100～200 纳米。消毒灭菌使用的主要是 C 波紫外线，其中最大杀菌波长为 265 纳米左右。地球上空的臭氧层已将对人体健康影响极大的 290 纳米以下的短波紫外线绝大部分吸收掉了。在到达地球的太阳光中，只含有 290 纳米以上的长波紫外线。所以，消毒灭菌作用强的 C 波紫外线都由人工紫外灯发出。

目前的紫外线杀菌灯发射的紫外线 90%以上波长为 253.7 纳米，这个波长接近最大杀微生物的波长。紫外线杀菌是一种已被美国环保署（EPA）所证明的有效消毒净化方式。紫外线通过阻止微生物 DNA 的复制，从而阻断有机体的繁殖，来达到净化的作用，因此使细菌、病毒等无法侵害免疫系统。253.7 纳米波长的紫外线具有高效的杀菌能力，在一定时间和紫外线辐照强度的作用下，可有效杀菌。同时紫外线消毒有许多优点，如杀菌谱广，对被消毒物品的损失小，无残留毒性，经济方便，适用范围广，安全可靠等，因此紫外线消毒一直深受人们的重

视。紫外线对各种微生物的杀灭剂量见表 3－2。

表 3－2　各种微生物紫外线杀灭剂量

微生物名称	紫外线强度（微瓦·秒/厘米^2）
伤寒菌	7 600
大肠杆菌	6 100
沙门氏菌	10 000
痢疾杆菌	4 200
霍乱弧菌	6 500
溶血性链球菌	5 500
绿色链球菌	3 800
金黄色葡萄球菌	6 600
黄曲霉菌	9 900

一、常用紫外线杀菌灯

（一）热阴极低压汞紫外线杀菌灯

该灯丝用钨丝绕成螺旋状，通电开启时，电子轰击灯管内的汞蒸气，产生紫外线，90％紫外线波长在 251 纳米左右。低压汞灯又有以下几种：直管式紫外线杀菌灯，是最经典的杀菌灯；H 型热阴极低压汞紫外线杀菌灯，是高强度杀菌灯；低臭氧紫外线杀菌灯，产生的臭氧很少；高臭氧紫外线杀菌灯，产生大量的臭氧，臭氧和紫外线有协同作用，使消毒效果大幅度提高。常见的直管式紫外线杀菌灯见图3－5。

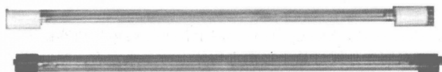


图 3－5　直管式热阴极低压汞紫外线杀菌灯

（二）冷阴极低压汞紫外线杀菌灯

该灯灯管内含有汞和氮气，60％紫外线波长在 254 纳米左右，见图 3－6。



图 3-6 冷阴极低压汞紫外线杀菌灯

（三）高压汞紫外线杀菌灯

灯管内汞蒸气的压强为几个大气压，产生的紫外线仅有部分是杀菌紫外线，但总能量大，一般用于水的消毒。

二、紫外线在消毒灭菌中的应用

由于紫外线光波穿透力差，因此它的使用受到限制，主要用于空气消毒、水的消毒和表面消毒三方面。

（一）空气消毒

一般认为病毒和细菌繁殖体对紫外线的抵抗力较弱，进行紫外线消毒即可以达到满意的消毒效果；而细菌芽孢和真菌孢子等则对紫外线的抵抗力较强，消毒灭菌效果不确实。一些小型的公共场所，如微生物实验室、传染病实验室、无菌操作间、手术室和各种净化工作台等常应用紫外线进行消毒。使用紫外线消毒简单方便，经济可靠。使用时需注意：室内有人工作的，可将灯管装在墙上，使其向上或向下照射，避免照射到人，由于空气是流动的，所以室内全部空气都能得到照射；人不在室内时，可悬挂于顶部，向下照射。由于眼睛受到紫外线的作用会导致电光性眼炎，应尽量避免紫外线对眼睛的直射，减少接触时间。

一般情况下，当室温在 20～40℃，相对湿度不超过 60%，照射 30 分钟，即可达到消毒目的。

（二）表面消毒

紫外线消毒的适用范围广，可用于各种污染物品和器械表面的消毒。一般是将紫外线灯悬于被消毒物体上方 1 米左右，照射时间约为 30 分钟。消毒的有效范围在灯管的外周 1.5～2 米处。近距离照射可提高杀菌效率和缩短照射时间。在消毒多种病毒和细菌时，消毒剂量应在 100 000 微瓦·秒/厘米^2 以上。

（三）饮水消毒

紫外线对水中的微生物有良好的杀灭作用，且不产生任何有毒副产

物，在水中也没有任何残留，是对饮用水消毒比较理想的方法之一。具体的消毒方法如下。使用高压汞紫外线杀菌灯时，可将其直接放入水中，因为该灯的功率大，受水温的影响小。使用低压汞紫外线杀菌灯时，一般不放入水中，因低温可减弱辐射强度，影响消毒效果，所以，应将该灯固定在水面上方，水的深度不易过大，一般要小于 2 厘米，水在流动过程中应受到 90 000 微瓦·秒/厘米^2 以上的照射剂量，才能有较好的消毒效果。如要将低压汞杀菌灯放入水中，则需在灯管的外部装上石英玻璃外套。石英玻璃的紫外线透过率非常高，而且可防止低温造成的杀菌效果减弱。

三、紫外线杀菌灯使用中应注意的问题

（一）灯管的辐射强度

细菌的杀灭效果是由紫外线的照射剂量决定的，紫外线照射剂量等于辐射强度乘以照射时间。从中可看出高强度短时间或低强度长时间均能获得同样的灭菌效果。若紫外线光源的强度低于 40 微瓦·秒/厘米^2，则再延长照射时间也不能起到满意的杀菌作用，应停止使用。不要认为紫外线灯管只要能开启，就还有杀菌作用。

（二）灯管的使用时间

紫外线灯管的功率随着使用时间的增加，其辐射能量随之降低，杀菌效果下降。灯管使用时间到 2 000 小时，辐射强度下降 25%左右，使用时间为 10 000 小时，辐射强度只有额定的 55%左右。为保证产品质量，紫外灯管使用时间到 1 000 小时后应及时更换新灯管。紫外线灯管的使用时间和辐射剂量的变化结果见图 3 - 7。

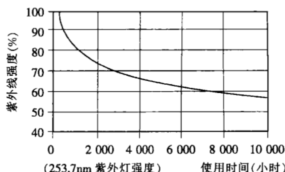


图 3 - 7　紫外灯管随着照射时间的变化而辐照强度发生变化

（三）灯管安装的数量

使用紫外线杀菌灯时，应根据紫外线辐射的有效空间的高度、大小决定安装灯管的数量。

（四）灯管悬挂的辐射距离

使用紫外线灯应注意被消毒物品与杀菌灯的辐射距离，即灯管的悬挂高度，一般悬挂高度应为 2～2.5 米。紫外线的辐射强度与辐射距离成反比，悬挂太高，影响灭菌效果。紫外线消毒物体表面时，物体表面应干净、平滑，表面能被全部照射到，灯管距照射物表面不应超过 1 米，杀菌才有效。

（五）环境温度

环境温度对紫外线辐射强度有一定的影响，温度过高或过低都会降低辐射强度，如温度下降到 4℃时，辐射强度则可下降 65%～80%，严重影响杀菌效果。一般以室温 20～40℃为紫外线消毒的适宜范围，在该范围内紫外线辐射的强度最大且稳定，而且能达到理想的消毒效果。

（六）相对湿度

相对湿度高，使空气中的颗粒增大，紫外线辐射穿透细胞能力降低。据报道相对湿度在 55%～60%时，紫外线对微生物的杀灭率最强；相对湿度在 60%～70%以上，微生物对紫外线的敏感性降低；相对湿度在 80%以上反而对微生物有激活作用，可使杀菌力下降 30%～40%。

（七）防止紫外线辐射损伤

应注意防止紫外线对眼睛、暴露的面部皮肤的辐射损伤，禁止直视灯管，以防引起结膜炎。不得使紫外线光源直接照射到人，以防皮肤产生红斑。紫外线可放出臭氧，臭氧过多可使人中毒，在有人工作的环境中，臭氧的浓度不得超过 0.3 毫克/米^3。应在房间无人情况下进行紫外线照射。进行辐射强度监测时，应用特制的辐射强度检测工具尺，背对光源进行观察，也可用普通玻璃或墨镜作为防护面罩、防护镜，保护眼睛和面部皮肤。

（八）灯管定期保洁

紫外线灯管表面的灰尘和油垢，会阻碍紫外线的穿透。使用中应注意灯管的擦拭与保洁，新灯管使用前，可先用75%酒精棉球擦拭。使用过程中一般每两周擦拭一次。发现灯管表面有灰尘、油污时，应随时擦拭，保持灯管的洁净和透明。

（九）对新购灯管严格监测

新购进的紫外线灯管应先监测后方可安装使用。有的紫外线灯管质量差，虽然是新的，但是不合格。因此，一经发现，应坚决退货。

四、紫外线照射消毒灭菌效果评价

紫外线的消毒效果评价方法有物理、化学和生物监测法。

（一）紫外线灯管辐照强度值的测定

1. 检测方法 监测时，先用无水乙醇棉球擦拭紫外灯管，以去除其表面灰尘。然后开启紫外线灯5分钟后，将测定波长为253.7纳米的紫外线辐照计探头，置于被检紫外线灯下垂直距离1米的中心位置，待仪表稳定后，所示数据即为该紫外线灯管的辐照强度值。

2. 结果判定 普通30瓦直管型紫外线灯，新灯辐照强度≥90微瓦/厘米^{2}为合格，在使用中，紫外线灯辐照强度≥70微瓦/厘米^{2}为合格；30瓦高强度紫外线新灯的辐照强度≥180微瓦/厘米^{2}为合格。对异型（非直管型）、高强度型，或非30瓦功率等灯管的检测距离和辐照强度值的合格标准，随产品用途和使用方法而定。应不低于该产品使用说明书所规定的辐照强度值。

3. 注意事项 测定时要求电压为220±5伏，温度为20～25℃，相对湿度<60%，紫外线辐照计必须在计量部门鉴定的有效期内使用。在实际使用过程中，测试人员应戴眼镜及防护手套，测试时工作人员勿直视紫外线灯。

（二）化学指示卡

利用化学指示卡（紫外线与消毒剂量指示卡）来检测紫外线灯管的辐照强度值。该化学指示卡是由对紫外线具有特异性的光敏物质与其他辅助材料配制而成的，可随着紫外线的照射剂量呈现出相应颜色

变化。

1. 检测方法 测定时，先用无水乙醇棉球擦拭紫外线灯管，以除去表面的灰尘。将紫外线辐射强度测定架（带有标尺）固定或悬挂在灯管中央的位置，标尺定在1米的位置；在开启紫外线灯照射5分钟之后，再将化学指示卡放置在紫外线灯下，并将载有光敏材料的一面朝向灯管，照射1分钟。立即将化学指示卡上的颜色与标准色块进行比较。

2. 结果判定 经紫外线照射后，化学指示卡上的光敏涂层的颜色应由白色变为紫红色，在与标准色块比较时，其颜色达到或深于标准色块，即可判定合格。

3. 注意事项 化学指示卡只能使用一次，使用后的指示卡虽然在褪色后仍为白色，但已不能再次使用；打开包装未使用的指示卡仍要用黑色不透光纸包好，避光保存，以免受光照影响；化学指示卡仅作为日常监测使用，不适合做精确测定。

（三）生物监测

紫外线辐射强度是保证杀菌效果的基本条件，其强度达标并不意味着消毒效果同样能达标，只有通过直接的微生物学监测才能确切了解杀菌效果。

1. 微生物监测目标 紫外线杀菌效果监测的主要对象是空气和物体表面上自然菌的杀灭效果，亦可考虑作其指标菌的杀灭效率观察，如金黄色葡萄球菌（ATTCC 6538）、大肠埃希菌（8099）、白色念珠菌（ATCC 10231）和枯草杆菌黑色变种芽孢（ATCC 9372）。

2. 空气消毒效果 在紫外线灯管辐射强度监测合格的情况下，可以根据不同环境的使用要求，来选择监测的时机、场所、计划监测的次数，并准备好各种仪器。首先在开启紫外线灯之前对空气进行采样，作为消毒前的对照，然后在紫外线照射到规定时间之后，立即进行采样，也可在消毒后的不同时间段进行采样观察。具体采样方法可参阅有关空气消毒效果评价章节。根据《消毒技术规范》规定，对空气中的自然菌，其杀灭效果达到90%以上即为合格。

3. 物体表面消毒效果 紫外线对物体表面进行的消毒比空气消毒需要有更高的强度和更严格的条件，如对粗糙物体表面的消毒效果差，对光滑的表面消毒效果就较好，所要求的紫外线辐射强度能达到数百微瓦甚至数千微瓦。对紫外线照射消毒前后物体表面进行采样，做微生物

定量培养，计算出杀灭率，以杀灭 90%以上为合格。

第四节　电离辐射消毒灭菌技术与设备

电离辐射灭菌是指用 γ 射线、电子射线照射物品，杀死其中的微生物的冷灭菌方法。辐射灭菌自 20 世纪 50 年代兴起以来，得到了迅猛发展，在医疗用品、食品工业等领域应用广泛，医疗用品的辐射加工更是进入了商业化实践。与传统的高压蒸汽消毒灭菌和环氧乙烷熏蒸消毒相比，辐射法消毒穿透力强，灭菌更彻底，无环境污染，无残留毒性，可对包装后的材料进行消毒，特别适合于不耐热材料的消毒处理。

一、电离辐射装置

电离辐射装置一般包括辐射源、控制货物进出的装置和辐射区、安全的加工控制系统、辐照监测和测量装置。辐射消毒中常用的装置有两种：利用放射性同位素作为放射源的装置和电子加速器。

（一）钴^{60}装置

该装置的放射源是同位素钴^{60}，钴^{60}是一种放射性同位素，可由原子反应堆产生，不时的衰变而产生 γ 射线。γ 射线波长很短，频率较高，光子能量较大。光子不带电，穿透能力特别强，其射程在空气中可达 100 米，在生物体内为几厘米至几十厘米。它通过物质时，可将分子或原子击离其轨道。但它不能使被照射的物质变为放射性同位素，因此可以进行安全的消毒和灭菌。与其他放射源相比，钴^{60}造价相当低廉，是辐射消毒中最常用的放射源。钴^{60}辐射装置必须放在具有良好的防护功能的特殊混凝土建筑物内，而且放射源在不使用时应沉入深水内，需照射消毒时再将其提升到照射位置。常见的放射装置见图 3－8。

（二）电子加速装置

电子加速器有两种，一种是静电加速器，一种是直线加速器。它由电子束、加速聚焦系统和控制系统组成。静电加速器是一种用静电电荷积累产生高压加速粒子，加速能量在 1～20 兆电子伏之间。另一种电子直线加速器是使电子在微波导管内提高电子能量，每米加速管可使电子达到 6～12 兆电子伏。通常发生的是脉冲电子流，极短时间产生极高能量。

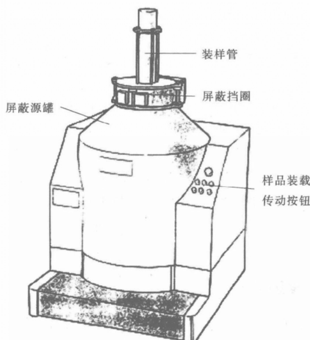


图 3-8 常见 γ 射线辐照装置

二、电离辐射在消毒灭菌上的应用

电离辐射是一种波长很短，杀灭微生物能力很大的一种有发展前途的新型消毒方法。它在灭菌时，不升高被消毒物品的温度，属于冷灭菌方法，特别适用于加热易受到损坏的物品，如塑料制品、生物组织、生物制品、忌热药品和食品等的消毒。

（一）医疗用品的消毒灭菌

利用直线加速器产生的电子束流或放射性同位素做放射源都可以对常用的医疗用品和生物医学用品进行辐射灭菌，该方法已成为国际上普遍采用的消毒灭菌方法，尤其是对一次性使用的医疗用品，以及需要密封包装后长期储存的医疗器械、仪器等。多种医疗用品均可使用电离辐射消毒灭菌方法，如医用敷料、医用缝合线、注射及输液工具、采血器械、导管、插管、手术衣、各种化验设备、配种和胚胎移植器材等。

（二）药品的辐射灭菌

中药材和中成药由于其特殊的性质，在加工和储存过程中容易被真菌和一些杂菌所污染，降低了药品的质量。近年来我国在中药材的辐射

灭菌方面做了许多研究，取得了很大进展。研究人员对数百种中药材和中成药、化学药品采用辐射灭菌后发现，处理后的药品不仅大大降低了微生物的含量，而且药品的质量得到了保证。经试验证实，对激素、抗生素及其他化学药品经辐射消毒后，一般说来干性药物药效大都是稳定的，没有损失；而一些水剂则不够稳定，药效会丧失。

（三）高免血清或卵黄抗体的辐射灭菌

辐射处理在高免血清或卵黄抗体的灭菌和储藏方面具有极大的潜力。目前世界上很多国家对高免血清或卵黄抗体进行辐照灭菌，我国也已经开始了这方面的研究。

三、电离辐射的损伤

由于电离辐射有许多前已述及的优点，应用范围越来越广，在医疗、卫生、食品、农业、油业等领域发挥着重要作用，但是，同时也要注意电离辐射可能带来的一些损伤。电离辐射损伤主要包括对人所致的放射性疾病和对被辐射物品的损害两个方面。

1. 对人的损害 接触电离射线可引起人体的多种疾病，如放射性白内障、白血病、生殖系统疾病等。根据接触剂量的大小、时间的长短、发病缓急可分为急性放射病和慢性放射病。急性放射病主要见于辐射事故、战争等，如前苏联的切尔诺贝利核电站的核泄漏；辐射消毒灭菌过程主要引起慢性放射病。

2. 对物品的损害 电离辐射对物品的损害主要在于影响物品的稳定性。医疗用品的生产材料多是人工合成的多聚物，能够耐受一般用于辐射消毒的辐射剂量。但在非常高的辐射剂量下，聚合物可能会发硬变脆；此外，过高剂量的照射还能使物品发生氧化作用，例如聚氯乙烯可释放出氯化氢，会使食品发生变色和变味，甚至产生异味。电离辐射对物品的稳定性的作用会受物品的理化性质、辐射总剂量、辐射剂量率和辐射后蓄积等因素的影响。

四、电离辐射的防护措施

（一）对人的防护

对电离辐射操作人员进行必要的专门知识的培训；尽量减少在电离辐射现场的停留时间，限制个人长时间操作；尽可能增加作业人员与辐

射源之间的距离；操作人员与辐射源之间应有足够的屏蔽防护；在达到消毒灭菌的要求下，尽量控制辐射强度。

（二）对物品的防护

严格控制被消毒物品上的射线吸收剂量；尽量减少物品上的初始污染；选用对辐射稳定性好的原材料制作医疗用品；联合采用辐射消毒和其他消毒方法，缩短消毒时间。

第五节　微波消毒灭菌技术与设备

微波为一种电磁波，照射于物体时，引起物体内部分子间的摩擦运动，在有水分存在时，产生热效应而杀灭所有微生物。各种质材物品对微波的吸收不同，如水是微波强吸收介质，吸收微波能产生热效应；金属对微波有强反射作用，也就无热效应。因此，消毒金属物品时必须用湿布包裹。微波消毒有对物体加热快、内外受热均匀、温度相对较低、不污染环境、不产生残毒等优点。微波消毒器采用的频率一般为 245 兆赫兹和 915 兆赫兹。

一、对食品和器具的消毒灭菌

使用微波消毒对食品的基本营养组成（蛋白质、碳水化合物、脂肪）的影响很小，对维生素等不稳定物质有一定程度的破坏作用，但这种破坏与普通加热法相比，影响要小得多。只要使用得当，微波消毒可成为食品消毒的优选方法之一。

日本气候潮湿，发霉是食品保存的一大问题，对海绵蛋糕用 5～10 千瓦微波照射 2 分钟，温度升至 70℃，15 天不发霉，而不用微波处理，在 5 天内即发霉。

日本赤星教授将枯草杆菌、大肠杆菌、黄青霉、曲霉等微生物放在各自的培养基中，然后用微波 2 800 兆赫兹，脉宽 1 微秒，重复频率 2 000 赫兹的脉冲，功率 2 千瓦，照射 90 秒就能杀死。而同样的枯草杆菌用开水 15 分钟才能杀死。赤星教授又用 2 450 兆赫兹，5 千瓦，12 米长传送带加热器进行乌贼保鲜试验。每次用腈纶袋装 100 克，一次流量 3 千克，拆开袋子微波照射 3 分钟后，一般活菌数由原来每克 12 万～26 万个减少至 1 400～2 400 个。在工厂堆放乌贼，活菌数为每克 2 100万个，开袋照射 3 分钟后，活菌数减至每克

6 100个。

二、对医疗卫生用品的消毒

微波可用来对医疗药品、器械进行消毒和灭菌，如对封装好的药剂和包装好的生物制品的消毒，对手术器械的消毒，对手术应急用品的消毒，对实验室用品的消毒等。

三、对日常生活用品的消毒

（一）纸质类消毒

将书籍、票据和档案材料等包扎好（厚度最好小于 10 厘米，外面裹以湿毛巾，放入功率≥500 瓦微波炉内），一般消毒 4 分钟即可。对肝炎病毒消毒时需 8 分钟。

（二）纤维类消毒

确保在湿润的条件下进行消毒。并且在外面用纸或塑料薄膜包裹，消毒时间同上。

（三）耐高温物品的消毒

可直接放入盛水容器中，用微波加热煮沸，充分消毒杀菌，时间可长些，5 到 10 分钟。

四、微波消毒的优缺点

对消毒物品内外同时加热，不需要传热过程，故消毒时间短，速度快；消毒温度不高，对物品的热损伤小，可用于有包装、不耐热物品的消毒灭菌；设备简单，操作方便，效率高；低频段长波长的微波穿透力强，可用于大包装物品的消毒。

微波辐射对人体有一定的损害；微波消毒的基本建设费用高，耗电量大。

五、微波消毒时注意事项

（一）微波消毒物品的选择

微波不能用于金属制品、带有金边的瓷器和纸质等易燃物品的

消毒。

（二）消毒时间与湿润的条件

在进行微波消毒时，要注意严格掌握消毒时间（不超过 10 分钟）。一定要在湿润的条件下进行，最好在微波炉内放入一杯水，保持一定水分，一方面可防止物品损坏，另一方面也可以提高消毒效果。

在使用微波炉消毒杀菌时，先短时间然后逐渐延长时间，防止因操作而造成烧坏物品及微波炉，尤其是一些真空包装的物品不能进行微波消毒。

（三）注意微波辐射的防护

微波对人体是有危害的，当微波作用于人体细胞时，可改变细胞膜的结构和功能，造成细胞内 Ca^{2+} 、cAMP 浓度发生变化，进而对细胞代谢发生影响，促进或抑制细胞增殖，并杀伤细胞。而且微波在人体内有蓄积作用，小功率，长时间照射可能有全身症状的出现，因此要注意防护。

防护措施如下：做好微波消毒机的密封工作，尽量减少辐射泄露，工作时必须关闭消毒机门；微波的发射有方向性，故需尽量避免在辐射束的正前方工作，并在工作点采取屏蔽措施；注意个人的防护，可穿戴喷涂金属或金属丝织成的屏蔽防护服和防护眼镜等。

第六节　等离子体消毒灭菌技术与设备

等离子体是指高度电离的气体云，是气体在加热或强电磁场作用下电离而产生的，主要有电子、离子、原子、分子、活性自由基及射线等，其中活性自由基及射线对微生物具有很强的杀灭作用。由于其中的正电荷总数和负电荷总数在数值上总是相等的，所以叫等离子体，是物质的第四种存在形态，也就是除了固态、液态、气态以外的一种新的物质聚集态。宇宙星球、星际空间和地球高空的电离层等都是自然界产生的等离子体。在地球的对流层大气中，没有天然的等离子体存在，需要人为发生。在实际工作中，人为产生等离子体，可采用气体放电法、射线辐照法、光电离法、激光辐射法、热电离法和激波法等来获得等离子体。某些中性气体分子在强电磁场的作用下，引起碰撞解离，进而热能离子和分子相互作用，部分电子进一步获得能量，使大量原子电离，从

而形成等离子体。

一、等离子体发生装置

该装置由 4 个部分构成：高频高压电源、等离子体发生器、气体工作质供给以及灭菌处理腔。常用的等离子体发生器有平板式和同轴式两种。平板式等离子发生器易于观察放电现象，但是在利用等离子体方面比较困难；同轴式则可较为容易的利用放电所产生的等离子体。应用最多的是同轴式等离子体发生器，阻挡介质为石英玻璃，内电极为与石英玻璃管同轴的铜电极，外电极为绕在石英玻璃管外的金属丝。该等离子体发生器在内外电极间采用石英玻璃作为介质层，通以氩气作为载体工作质来实现大气压下均匀放电产生等离子体。之所以采用石英玻璃作为介质，是因为石英玻璃的耐热强度高而且易于观察放电现象。而采用氩气作为载体工作质则是根据巴申定律，氩气的击穿电压与空气相比要低得多，易于在常压下形成均匀放电。等离子体消毒灭菌示意图见图 3-9。

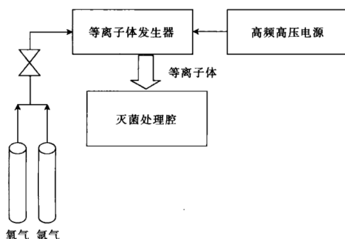


图 3-9　等离子体消毒灭菌示意图

二、等离子体消毒灭菌的应用

等离子体有很强的杀灭微生物的能力，可以杀灭各种细菌繁殖体和芽孢及病毒，也可有效地破坏致热物质，如果将某些消毒剂气化后加入等离子体腔内可以大大增强等离子体的杀菌效果。等离子体灭菌的温度低，在室温状态下对处理的物品进行灭菌，因此可以对不适于高温高压消毒的材料和物品进行灭菌处理，其应用具有广谱性；灭菌过程短且无

毒性，通常在几十分钟内即可完成灭菌消毒过程，克服了蒸汽、化学或核辐射等方法使用中的不足；切断电源后产生的各种活性粒子能够在几十毫秒内消失，所以无需通风，不会对操作人员构成伤害，安全可靠；此外，等离子体灭菌还有操作简单安全、经济实用、灭菌品质好、无环境污染等优点。

目前等离子体主要用于以下几个方面的消毒灭菌。

1. 对玻璃器材的灭菌 医疗及制药方面使用的一些玻璃器皿，如输血输液瓶、药用及其他特殊器皿等不耐高温高压，也不适于环氧乙烷灭菌。此时，用等离子体灭菌技术则可取得良好的灭菌效果。

2. 分子材料制品的灭菌 如果用环氧乙烷或甲醛气体灭菌，可能在仪器表面残留毒性而对病人产生不良影响。应用低温等离子体技术对这些制品进行灭菌，可避免对制品的损伤以及对人体的危害。

3. 航天器及外空间标本的灭菌 研究表明，氧气或氩气等离子体能够有效杀灭太空标本上的枯草芽孢杆菌，防止微生物对外层空间和太空标本的污染。

4. 室内空气的消毒灭菌 等离子体对室内空气中的白色葡萄球菌、白色念珠菌、乙肝病毒等微生物均有很好的杀灭效果。

5. 其他应用 等离子体还可用于其他医疗器械物品的消毒灭菌，如牙科移植片和骨科移植片、人工晶体的灭菌；也可用于水果蔬菜的保鲜消毒；以及一些塑胶、光纤、光学玻璃材料及不适合用微波处理的金属物品的消毒灭菌处理。

被血和氯化钠污染的器械不能直接应用等离子体方法进行消毒，尤其是狭窄腔体如内镜的消毒灭菌。

三、等离子体消毒时注意事项

等离子体消毒灭菌是最新的物理方法之一，特别是在对机体应用的医疗器械灭菌中应用前景更为广阔。作为一种新发展起来的消毒方法，在等离子体的应用中也存在一些需要注意的问题。如等离子体中的某些成分对人体是有害的，如 γ 射线、β 射线、强紫外光子等都可以引起生物机体的损伤，故在进行等离子体消毒时，要采用一定的防护措施并严格执行操作规程。此外，在进行等离子体消毒时，大部分气体都不会形成有毒物质，如氧气、氮气、氩气等都没有任何毒性物质残留，但氯气、溴和碘的蒸汽会产生对人有害的气体残留，故使用时应注意防范。等离子体消毒灭菌优点很多，如前所述，但等离子体穿透力比较弱，对

体积大、需要内部消毒的物品效果较差；设备制造难度大，成本费用高；而且许多技术还不完善。有待于进一步研究。

第七节　过滤除菌技术与设备

过滤除菌是将被消毒的物质（液体或气体），通过特定的无菌的过滤材料，以物理的原理，除去该物质中活的或死的微生物，但不能将其中活的微生物杀灭。由于病毒颗粒极其微小，过滤除菌一般不能滤去病毒，过滤后仍会有病毒等微生物存在，故过滤除菌一般用于液体和气体的消毒，而不用于对物品的灭菌处理。除菌效果取决于滤材的结构、特性等因素，可根据不同的需要选用不同的滤器和滤板材料。此法除菌的最大优点是可以不破坏溶液中各种物质的化学成分，无毒物残留，能提供洁净度很高的空气和水，其应用范围在不断地扩大。

一、常用过滤除菌滤器

（一）液体过滤器

液体滤器器材要求不应与过滤液体发生化学反应且不能在滤液中遗留有害成分。常用的滤材有陶土、硅藻土、活性炭、纤维树脂、石棉等，根据滤材的不同而有不同的液体滤器。液体滤器常见形式见图3－10。

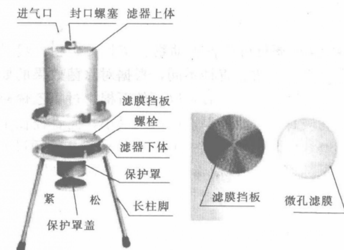


图3－10　液体过滤器图

目前常见的液体滤器有如下几种：

1. 硅藻土过滤器 其主体是用含二氧化硅的硅藻土制成的滤板。滤孔直径一般在 2～12 微米。由于硅藻土的颗粒不均匀，滤孔直径较大，吸附作用弱，一般只能用于预过滤。

2. 素磁过滤器 其主体是用白陶土和磁体烧制而成。滤孔直径一般在 1.0～2.0 微米。该滤器的过滤机制与硅藻土滤器相似，以毛细管阻滞作用为主，主要用于要求不高的粗过滤。

3. 石棉板过滤器 用石棉纤维和其他纤维压制而成，上层疏松，下层致密，因此翻转使用时滤板会很快堵塞。用于过滤除菌的滤孔直径一般在 0.1～0.5 微米之间。石棉板滤器呈碱性，使用前应以 0.1%的稀盐酸连续冲洗，使之呈中性。

4. 薄膜过滤器 以纤维素酯或高分子聚合物制成滤膜，滤孔直径在 0.01～14 微米。

5. 活性炭过滤器 活性炭滤器是利用活性炭强大的吸附作用过滤除菌。活性炭是用烟煤、果壳或木屑等多种原料经炭化和活化制成的黑色多孔颗粒，颗粒内部存在大量的微小孔隙，使每 1 克炭的表面积可达 1 000 米^2。活性炭根据其性状可分为颗粒活性炭、粉末活性炭、纤维活性炭。活性炭对水质中臭味、腐殖质、天然或合成的可溶解有机物、卤素类物质有很强的去除作用。

6. 生物膜过滤器 生物膜对通过的物质具有很强的选择性，可滤去液体中绝大多数的微生物和其他颗粒物，在污水的处理中应用较多。

（二）空气过滤器

空气滤器所用的滤材可由各种动物、植物、矿物、塑料等纤维制成。由于不同纤维的性质、直径不同，根据对除菌效果的要求可将滤材制成不同的滤器。直径在 1 微米以下的石棉、过氯乙烯超细纤维做成的滤器可达到极高的过滤效果，但通风量小，而直径在 10～100 微米的植物、玻璃纤维制成的滤器一般用于要求不高的预过滤。空气滤器的滤料加上一定量的化学消毒剂，可提高除菌效果，使除菌率达 90%以上。

二、过滤除菌的应用

过滤除菌已广泛应用于工业、农业、医疗卫生事业及各类生物实验室，可用于消毒不耐热的液体介质如细胞培养液、血清、抗生素和去除

残余的消毒剂等，近年来更多地用于净化空气。随着科学技术的不断发展，滤材质量迅速提高，目前滤器的滤孔直径最小可达到 0.01 微米，从而使过滤质量不断提高。

1. 空气过滤除菌　通过使用紫外线照射、臭氧、化学消毒剂可杀灭室内空气中的微生物，但不能将其残骸及空气中的尘埃颗粒除去，而空气滤器能同时除去细菌和尘粒。根据所选用的滤材和使用滤器的送风面积，可使空气达到不同的洁净度。

（1）*乱流型*　将空气从滤器一侧进风口送入，由滤器另一侧出风口排出。这种通风方式过滤的空气洁净度相对比较低，适用于对洁净度要求不高的场所，如普通手术室和实验动物房等。

（2）*层流型*　将空气由一侧全面以同等速度通过高效过滤器，整个侧面设置为过滤器，空气平行流出。这种过滤方法可使室内空气达到很高的洁净度。

2. 液体过滤除菌　过滤除菌可用于不耐热或不能用化学方法消毒的液体制剂、血液制品、细胞培养液等；某些可溶性的粉剂类药品也可将其溶液过滤除菌后再干燥或冻干，而水悬剂、乳剂类液体不能用过滤的方法除菌。

3. 饮用水过滤除菌　目前，在饮用水的深度净化和除菌处理中，纯水机的过滤除菌是家庭中最常应用的方法。活性炭、反渗透膜（醋酸纤维素膜和芳香族聚酰胺膜）、超滤纤维膜等滤料可将水中的微生物和氯化消毒的副产物等基本清除。

4. 污水过滤除菌　污水过滤处理时，滤池中长满生物膜的滤料发挥对悬浮物质的拦截作用，滤料上附着的生物膜可发挥对有机物质的生物氧化降解作用。在物理筛滤二级处理水中，生物膜既能起到悬浮颗粒滤池本来的任务，又能氧化分解二级水中的溶解性有机物质并有一定的消化作用。生物膜过滤技术开辟了污水深度处理的发展方向。

三、过滤除菌的优缺点

过滤除菌方法的优点有：除菌过程中不会产生和残留有毒物质；对所作用的物质一般无破坏作用；可选用不同孔径的滤材来满足不同的需要；在空气消毒中，不仅可以除菌，同时可将各种细小的颗粒物清除，提高空气的洁净度。

缺点是：难以彻底杀灭各种微生物，不能对一些体积微小的病原有效滤除，如病毒和支原体等。

四、过滤除菌时的注意事项

1. 空气过滤

（1）空气中的含尘量过大，则会增加过滤负荷，从而缩短过滤材料的使用寿命。在使用高效和超高效过滤器时，应先使用普通的除尘设备将大部分的尘埃滤除，以延长高效和超高效过滤器的使用时间。

（2）在安装空气过滤器时，避免折叠或破损过滤材料，以防止降低过滤效率。滤器应保持密封，不用时加防护罩。

（3）应控制通风流量，避免滤材因受力过大而破损，达不到除菌要求；避免滤材皱折破损、框架松脱、滤材表面有真菌生长等。

（4）滤料应定期更换，积满灰尘和微生物的过滤材料更换时应先进行消毒处理。可向过滤材料的正反面喷洒消毒液体，以抑制微生物颗粒飞扬，然后卸下用消毒液浸泡或用环氧乙烷熏蒸或压力蒸汽等方法进行彻底消毒处理。

2. 液体过滤

（1）应根据待过滤液体的特性和过滤要求选择合适的过滤材料，不同厂家生产的滤料其编号与孔径不完全一致，使用时应看其相应的说明书，有条件的可对其孔径大小及其过滤除菌效率进行测试。

（2）过滤时，加压应缓慢进行，压力不宜过高，否则会影响滤器的性能。应根据不同的滤材选择合适的压力，当滤孔堵塞需加压时，压力不可过高，以免将颗粒压入滤孔内加重堵塞程度。

（3）安装滤膜、滤板时切忌皱折、破损，否则会降低除菌效果，甚至达不到除菌目的。石棉板滤器在安装时滤板的正反面不能颠倒，否则很快就会堵塞。

（4）对过于混浊的液体在过滤除菌前应进行预处理，以降低其混浊程度，以免直接过滤时滤器被堵塞造成损坏。

（5）溶液与滤器的酸碱度可影响对微生物的过滤效果，应根据不同的滤液及滤材进行酸碱度控制，以达到最佳的除菌效果。

（6）滤料应定期更换。

第八节　超声波消毒技术与设备

超声波是频率高于 20 千赫兹的声波振动，是一种人耳听不到的高频声波。超声波具有声波的一切特性，传播速度与声波一样，与声源的

距离越远，其强度越弱，可在任何弹性介质中传播。超声波对液体和固体的穿透力很强，而在空气中则很快被吸收。

超声波消毒是利用频率在 20～200 千赫兹的声波作用下，使细菌细胞机械破裂和原生质迅速游离，以达到消毒目的的一种方法。

常用的热力消毒的高温会破坏对热敏感的物品，而化学消毒剂又存在腐蚀性、毒性、作用时间长等缺点，因此，超声波消毒成为消毒研究中的热点之一。

一、超声波发生装置

超声波是由超声波发生器产生的。常用的超声波发生器有三种类型。

1. 机械型超声波发生器 由一固定多孔圆盘和一块由电动机带动而旋转的多孔圆盘组成，当圆盘转动时，通上高压电流，气流通过小孔时就会产生超声波，其频率可达 10^4～10^5 赫兹，功率可达 1 000 瓦以上。

2. 磁致伸缩式超声波发生器 磁致伸缩式超声波发生器产生超声波的机理是利用铁磁体和磁性合金在高磁场中产生的磁致伸缩效应产生超声波，产生超声波的最高频率可达 6 000 赫兹。

3. 压电式超声波发生器 这是一种根据晶体的电致伸缩原理（压电效应原理）制成的超声波发生器。它由两部分组成，一是高频（超声频）发生器，产生超声频电振荡，这部分通常由电子电路组成；二是电声换能器，它的主要功能是使超声频电振荡转变为超声波机械振动，即达到产生超声波的目的。

二、超声波消毒的特点及应用

超声波对结核分枝杆菌、细菌芽孢、真菌菌丝和病毒等微生物的杀灭效果很差，对白喉毒素则完全无效。故超声波一般仅用于对物品的消毒，而不能用于要求更高的灭菌处理。

在实际应用中，超声波对水、空气的消毒效果较差，很难达到消毒作用，必须具备高频率、高强度的超声波波源，才能获得具有消毒价值的超声波。因此。人们采取超声波与其他消毒方法相结合的方式来提高对微生物的杀灭效果。常用的方法有：超声波与热协同可提高对链球菌的杀灭作用；超声波与紫外线结合可增加对细菌的杀灭率；超声波与化学消毒剂合用，即所谓的声化学消毒，可增加化学消毒剂在菌体内的扩

散，对芽孢的杀灭明显增强。

超声波消毒的特点是速度快，对物品不产生损害。但消毒不彻底，且影响因素很多，故一般只是用于液体或在液体中物品的消毒，而且消毒物品的量不能太大，消毒探头必须与被消毒的液体接触。由于超声波消毒的这些特点，超声波消毒目前仍主要用于辅助消毒，如机械清除等。其次是和其他的物理、化学消毒方法结合使用，以提高消毒效果。超声波用于制备免疫活性制剂时，免疫制剂的免疫性较高而毒性较低。

超声波在临床上应用比较广泛，但由于其本身的一些特点，超声波消毒的应用还不够广泛。目前，超声波消毒在实际生活中的应用也在逐步增多，如超声洗手器，用于手的消毒；超声波洗涤机，用于注射器的清洁和初步的消毒处理。消毒时要求的超声波强度相当高，接受大功率的超声波照射时应注意防护。

三、超声波消毒时注意事项

1. 超声波频率 在一定频率范围内，超声波频率高，能量大，则杀菌效果好，反之，低频率超声波效果较差。但超声波频率太高则不易产生空化作用，杀菌效果反而不好。

2. 超声波的强度 利用高强度超声波照射菌液，由于液体的对流作用，整个容器中的细菌都能被破碎。

3. 照射时间和菌液浓度 超声波消毒的效果与其照射时间成正比，照射时间越长，消毒效果越好。照射时间相同时，菌液浓度高比浓度低时消毒效果差，但差别不大。

4. 菌液容量 由于超声波透入媒质的过程中不断将能量传给媒质，而自身随着传播距离的增长而逐渐减弱。因此，随着被照菌悬液的菌液容量的增大，菌被破坏的百分数降低。

5. 媒介 一般微生物被洗去附着的有机物后，对超声波更敏感，另外，钙离子的存在、pH 的降低也能提高其敏感性。

（李玉峰）

第四章

生物消毒灭菌技术与设备

人们很早就认识到自然界中一些生物能够对某些有害微生物起到抑制或者杀灭作用，而又不对环境产生任何持续性的破坏作用，并受到这些生物特殊功能的启发，发展了利用这些生物及其代谢产物进行消毒灭菌的生物消毒。早期的生物消毒主要直接利用生物，尤其是微生物机体本身进行消毒。在中国古代，人们很早就认识到一些特殊的植物具有帮助人们增强体质、抵抗疾病的医学功能，因而一些中草药可以说是最早的生物消毒剂。利用动物、植物、微生物及其代谢产物消除或杀灭环境中的致病微生物，从而达到控制疾病的发生与传播目的，称为生物消毒法。生物消毒法主要用于污物、水、土壤和生物体表面消毒处理。

第一节　具有消毒功能的生物种类

具有消毒功能的生物种类较多，诸如植物和细菌等微生物及其代谢产物，以及噬菌体、质粒、小型动物和生物酶等。

一、抗菌生物

植物为了保护自身免受外界的侵袭，特别是微生物的侵袭，产生了抗菌物质。并且随着植物的进化，这些抗菌物质就越来越局限在植物的个别器官或器官的个别部位。能抵制或杀灭微生物的植物叫植物抗菌药。目前实验已证实具有抗菌作用的植物有 130 多种，抗真菌的有 50 多种，抗病毒的有 20 多种。有的既有抗菌作用，又有抗真菌和抗病毒作用。中草药消毒剂大多是采用多种中草药的提取物，主要用于空气消毒、皮肤黏膜消毒等。

二、细菌

目前用于消毒的细菌主要是噬菌蛭弧菌。它可裂解多种细菌，如霍

乱弧菌、大肠杆菌和沙门氏菌等，用于水的消毒处理。此外，梭状芽孢菌、类杆菌属中某些细菌，可用于污水、污泥的净化处理。

三、噬菌体和质粒

一些广谱噬菌体，可裂解多种细菌，但一般一种噬菌体只能感染一个种属的细菌，对大多数细菌不具有专业性吸附能力，这使噬菌体在消毒方面的应用受到很大限制。细菌质粒中有一类能产生细菌素，细菌素是一类具有杀菌作用的蛋白质，大多为单纯蛋白，有些含有蛋白质和碳水化合物，对微生物有杀灭作用。

四、微生物代谢产物

一些真菌和细菌的代谢产物如毒素，具有抗菌或抗病毒作用，亦可用作消毒或防腐。

五、生物酶

生物酶来源于动植物组织提取物或其分泌物、微生物体自溶物及其代谢产物中的酶活性物质。生物酶在消毒中的应用研究源于 20 世纪 70 年代，我国在这方面的研究走在世界前列。据报道，在 20 世纪 80 年代，我国曾研究用溶葡萄球菌酶进行消毒杀菌的技术。近年来，对酶的杀菌应用取得了突破，可用于杀菌的酶主要有：细菌胞壁溶解酶、酵母胞壁溶解酶、霉菌胞壁溶解酶、溶葡萄球菌酶等，可用来消毒污染物品。此外，发现了溶菌酶、化学修饰溶菌酶及人工合成肽抗菌剂等。

第二节　生物消毒的应用

由于生物消毒的过程缓慢，消毒可靠性比较差，对细菌芽孢也没有杀灭作用，因此生物消毒技术不能达到彻底无害化。有关生物消毒的应用，有些在动物排泄物与污染物的消毒处理、自然水处理、污水污泥净化中广泛应用；有些在农牧业防控疾病等方面进行了实验性应用。

一、生物热发酵堆肥

堆肥法是在人为控制堆肥因素的条件下，根据各种堆肥原料的营养成分和堆肥过程中微生物对混合堆料中碳氧比、碳磷比、颗粒大小、水分含量和 pH 等的要求，将计划中的各种堆肥材料按一定比例混合堆

积，在合适的水分、通气条件下，使微生物繁殖并降解有机质，从而产生高温，杀死其中的病原菌及杂草种子，使有机物达到稳定，最终形成良好的有机复合肥。

目前常用的堆肥技术有很多种，分类也很复杂。按照有无发酵装置可分为无发酵仓堆肥系统和发酵仓堆肥系统。

（一）无发酵仓系统

1. 条垛式堆肥　条垛式堆肥是将原料简单堆积成窄长垛型，在好氧条件下进行分解，垛的断面常常是梯形、不规则四边形或三角形。条垛式堆肥的特点是通过定期翻堆来实现堆体中的有氧状态，使用机械或人工进行翻堆的方法进行通风。条垛式堆肥的优点是所需设备简单，投资成本较低，堆肥容易干燥，条垛式堆肥产品腐熟度高、稳定性好。缺点是占地面积大，腐熟周期长，需要大量的翻堆机械和人力。

2. 通气静态垛系统　与条垛式堆肥相比，通气静态垛系统是通过风机和埋在地下的通风管道进行强制通风供氧的系统。它能更有效地确保达到高温，杀死病原微生物和寄生虫（卵）。通气静态垛系统的优点是设备投资低，能更好地控制温度和通气情况，堆肥时间较短，一般为2～3周。缺点是由于在露天进行，因此易受气候条件的影响。

（二）发酵仓系统

发酵仓系统是使物料在部分或全部封闭的容器内，控制通风和水分条件，使物料进行生物降解和转化。发酵仓系统的优点是堆肥系统不受气候条件的影响；能够对废气进行统一的收集处理，防止环境二次污染，而且占地面积小，空间限制少；能得到高质量的堆肥产品。缺点是由于堆肥时间短，产品会有潜在的不稳定性。而且还需高额的投资，包括堆肥设备的投资、运行费用及维护费用。

二、沼气发酵

沼气发酵又称厌氧消化，是在厌氧环境中微生物分解有机物最终生成沼气的过程，其产品是沼气和发酵残留物（有机肥）。沼气发酵是生物质能转化最重要的技术之一，它不仅能有效处理有机废物，降低生物耗氧量，还具有杀灭致病菌、减少蚊蝇孳生的功能。此外，沼气发酵作为废物处理的手段，不仅能耗省，而且能够生产优质的沼气和高效的有机肥。

（李玉峰）

第五章

化学消毒灭菌技术与设备

第一节　常用的化学消毒剂

一、含氯消毒剂

含氯消毒剂是指溶于水后能产生次氯酸的化学消毒剂。其主要优点是使用方便、价格低；可作用于各种类型的微生物；还可调节水质，减少水体中的氨氮等。不足之处是易受水体中有机物与酸碱度变化的影响，对器具有腐蚀作用；有些种类不够稳定，有效氯易丧失。

本类消毒剂分为无机化合物类与有机化合物类，前者以次氯酸盐为主，杀菌作用较快，但性质不稳定；后者以氯胺类为主，性质稳定，但杀菌作用较慢。

本类消毒剂的作用效果与有效氯含量成正比，因此使用剂量一般按制剂有效氯含量计算。目前我国常用的含氯消毒剂有：漂白粉、三合二、次氯酸钠、二氧化氯、二氯异氰尿酸钠、二氯海英、三氯异氰尿酸与溴氯海英等。

（一）理化性状

1. 漂白粉　别名含氯石灰、氯化石灰。漂白粉是将氯气通入消化石灰中制成的混合物，主要成分为次氯酸钙，含量32%～36%，其余为氯化钙、氧化钙、氢氧化钙及水等。漂白粉的有效氯含量一般为25%～32%，常以25%计算其用量。按卫生消毒标准，一般不准使用有效氯含量低于15%的漂白粉。由于含有氢氧化钙，其水溶液呈碱性。贮存过程中漂白粉的有效氯含量每月减少1%～3%，遇光或吸潮后，其分解速度加快。因此，在流通领域中常可见到有效氯含量很低的漂白粉。通过嗅气味，手抓是否成团，看出厂时间等方法，可大致判断出漂白粉的优劣。氯气味淡、手抓成团及出厂时间长的漂白粉有效氯含量一般都较低；反之，则有效氯含量较高。

2. 三合二和漂白粉精　同漂白粉相比，三合二和漂白粉精的有效氯含量较高，其稳定性也相对较好。三合二的有效氯含量为 56%～60%，漂白粉精有效氯含量为 80%～85%。与有机氯消毒剂相比，三合二与漂白粉精有效氯含量虽基本相同，但其消毒效果却相差很多。漂白粉类消毒效果不太理想的主要原因是水中的有机物和酸碱度对其消毒作用的影响大，其次是制剂的稳定性差。

3. 次氯酸钠（NaClO）　别名高效漂白粉、次亚氯酸钠，分子量为 74.442。纯品为白色粉末，通常为灰绿色结晶，在空气中不稳定。将氯气通入氢氧化钠溶液中可制成白色次氯酸钠乳状液，含有效氯 8%～12%（克/毫升）。在小型发生器中可以采用电解食盐水法制取次氯酸钠溶液，其有效氯含量约 1%（克/毫升）。有氯气味，能与水混溶，溶液呈碱性。乳状原液的 pH 高达 12，随着稀释度增加，pH 可降至 7～9；性质不稳定，遇热分解加速，温度在 70℃以上时分解剧烈，甚至可发生爆炸。其他因素如浓度、光线、杂质，以及空气中的二氧化碳均会加速次氯酸钠的分解。对物品有漂白与腐蚀作用。

4. 氯化磷酸三钠　为含次氯酸钠的白色结晶（$Na_3PO_4 \cdot NaClO \cdot 12H_2O$），有微弱氯气味，含有效氯 3%左右（克/克），易溶于水，溶液呈碱性。贮存中易吸水潮解，对物品有漂白作用。

5. 二氧化氯（ClO_2）　常温下为气体，有强烈刺激性，可溶于水。是一种非常活泼的氯化剂，作用强，纯品相当于含有效氯 263%，属无机氯消毒剂。其使用效果优于漂白粉，并具有以下优点：受酸碱度影响少；在水体中无残留、无污染、不具残留毒性；能降解一些有毒物质，符合环保要求。由于二氧化氯沸点低（11℃），高于 10%的二氧化氯气体极易引起爆炸，因此贮运和使用的安全性较差。二氧化氯制品中主要成分实际上是亚氯酸钠在使用时加入酸作活化剂，（二元型）产生二氧化氯；或是以极低的浓度出现（一元型二氧化氯液体）。

目前市场上二氧化氯制剂多为二元型粉剂，即主原料与活化剂分开包装。二元型制剂的有效氯含量较高，一般约为 60%。活化剂有固体和液体两种。液体多为无机酸，固体一般为有机酸。

一元型的二氧化氯液体不分开包装，有效氯的含量一般较低，多为 5%～10%。这种二氧化氯实际上是将纯二氧化氯气体溶入水中。此外，新近出现了一种一元型稳定性粉状二氧化氯。据称，其有效氯含量较高，稳定性、安全性也较好。

此外，市场上还出现了一种与二氧化氯类似的无机氯消毒剂，由主

原料与活化剂两种成分组成，且分开包装。但其主原料不是亚氯酸钠，活化剂也不是普通的酸，并具有无残留、无污染、有效氯含量高等优点。同时，也存在贮运和使用的安全性差的不足。此类产品主要有三亩灵、消毒灵等。

6. 三氯异氰尿酸（$C_5N_3O_3Cl_2$）**和二氯异氰尿酸钠**（$C_3N_3O_3Cl_2Na$）三氯异氰尿酸和二氯异氰尿酸钠是有机氯消毒剂的代表性产品，前者即强氯精，后者又称优氯净。一般作为复合制剂的主原料，也可直接使用。两者的共同特点是：原粉的稳定性好，便于贮藏；有效氯含量高，消毒作用强；受水中有机物、酸碱度和温度的影响较少。三氯异氰尿酸的有效氯含量约为 90%，二氯异氰尿酸钠有效氯的含量约为 60%，由于后者的溶解度（25%）比前者（1.2%）要高得多，其实际使用效果并不比前者差，使用范围更广。而在使用三氯异氰尿酸时最好添加一些助溶剂（挂袋消毒例外），以增加溶解作用。

7. 二氯海英和溴氯海英 二者均属于有机氯类消毒剂。该类产品的主要特点是在水中的挥发速度慢，有效作用时间长，可避免反复用药给水生生物带来的毒性作用以及造成病原微生物产生耐药性和水体的污染。因此，该类消毒剂残留较少，毒、副作用相对较低，使用效果好。但价格较高，多用于名贵品种养殖的消毒。

（二）消毒杀菌作用

除二氧化氯外，其他含氯消毒剂溶于水中形成次氯酸，从而产生杀菌作用。漂白粉与三合二在溶液中形成次氯酸的多少与 pH 有关，pH 越低，次氯酸形成愈多。二氯异氰尿酸钠水解常数较高，杀菌能力强于其他大多数氯胺类消毒剂。与次氯酸盐类消毒剂相比，二氯异氰尿酸钠在低浓度下作用较慢；在高浓度下，因其溶液可保持弱酸性，所以杀菌效果有时甚至可优于次氯酸盐类。二氯海英、溴氯海英、三氯异氰尿酸杀菌能力与二氯异氰尿酸钠相似。与上述含氯消毒剂（有效氯化合价为+1 价）相比，二氧化氯的氯为+4 价，氧化能力更强，杀菌能力亦较强。

含氯消毒剂杀菌谱广，对细菌繁殖体和芽孢、病毒、真菌和真菌孢子等都有杀灭作用。

（三）影响消毒杀菌的因素

1. 浓度与作用时间 一般是药物浓度和作用时间与杀菌效果成正比。但漂白粉与三合二除外，随着浓度升高，其溶液 pH 也随之上升，

有时反而需要延长作用时间才能灭菌。

2. 酸碱度 酸度越强，其杀菌作用越强。其原因在于，酸度越强，二氧化氯活化率提高，杀菌能力增强；其他含氯消毒剂的杀菌作用主要依赖于溶液中未分解的次氯酸浓度，而溶液 pH 越低，则未分解的次氯酸越多，杀菌能力越强。随着 pH 上升，越来越多的次氯酸分解成氢与次氯酸根离子而失去杀菌作用。

3. 温度 温度升高可加强杀菌作用。但是不能对次氯酸钠溶液加热，否则会导致其分解，使杀菌效果降低。

4. 有机物 有机物存在可消耗有效氯，影响其杀菌作用。尤其对低浓度消毒液的影响比较明显。如用漂白粉杀灭腊样杆菌芽孢，水悬液中 1%（克/毫升）浓度作用 30 分钟即可；加入 20%（毫升/毫升）马血清后需作用 60 分钟。淀粉、脂肪和醇类的影响较小（甲醇对次氯酸钠反而有增效作用），糖类中果糖的影响较大。但有机物对二氯异氰尿酸钠影响较小。

5. 还原性物质 硫代硫酸盐、亚铁盐、硫化物、含氨基化合物等还原性物质可降低其杀菌作用，尤其在消毒屠宰污水和生活废水中应加以注意。

6. 水质的硬度 硬度小于 400 毫克/升时对杀菌作用影响不大。

（四）使用时的注意事项

1. 配制溶液前应先测定有效氯含量。

2. 消毒棉麻织品和金属制品时，使用浓度不宜过高，作用时间不宜过长。消毒后尽快用水清洗，去除残余药物，以减轻腐蚀与漂白作用。

3. 室外少量使用时，人应居于上风向；大量使用时，应戴防毒面具或口罩、橡胶手套，穿防护服。室内喷洒消毒，工作人员如停留时间较长，应戴防毒面具，其他人员待充分通风后再进入。

4. 药物应贮存于密闭容器内，放置阴凉、干燥、通风处，以减少有效氯丧失与氯气积累。

5. 稀释次氯酸钠时应使用冷水，以免其受热分解。

二、过氧化物类消毒剂

过氧化物类消毒剂有强氧化能力，各种微生物对其十分敏感，可将所有微生物杀灭。这类消毒剂包括过氧化氢、过氧乙酸、二氧化氯和臭氧等。它们的优点是消毒后在物品上不产生残余毒性，但由于化学性质

不稳定，需现用现配，且因其氧化能力强，高浓度时可刺激、损害皮肤黏膜、腐蚀物品。其中，过氧乙酸的杀菌能力最强，使用最广泛。

（一）理化性质

1. 过氧乙酸（CH_3CO_3H） 又名过醋酸，无色液体，有难闻气味，为混合水溶液，主要成分是过氧乙酸，另含过氧化氢、醋酸、硫酸等，属氧化剂；为无色透明液体，具弱酸性，有刺激性酸味；易挥发，可溶于水和乙醇等有机溶剂。溶点为 0.1℃，沸点为 110℃，比重为 1.226。腐蚀性强，有漂白作用。性质不稳定，遇热或有机物、重金属离子和强碱等易分解。含量>45%（克/毫升）的高浓度溶液经剧烈碰撞或加热可爆炸（闪点 40℃）。市售消毒用过氧乙酸浓度多在 20%左右，一般无此危险。

2. 过氧化氢（H_2O_2） 又名双氧水，无色透明液体，用水稀释的过氧化氢可降低它的分解活性，微酸性，具有漂白作用，其分子内含有活性氧 47%。过氧化氢与许多无机化合物或杂质接触后会迅速分解，放出大量的氧、热量和水蒸气。过氧化氢对热、杂质、冲击、酸度、强光等均敏感，极易发生分解，需加入少量的有机物或无机物作为稳定剂，如磷酸及其盐类、锡酸盐、8-羟基喹啉等。

3. 臭氧（O_3） 属强氧化剂，不稳定。常温下为带蓝色的爆炸性气体，有特殊臭味，比空气重。经冷压处理后可形成液体，其液体沸点为−112.3℃，比重为 1.71，可溶于水。腐蚀性强，有漂白作用。稳定性极差，常温下可自行分解为氧，其在常温大气中半衰期约为 16 分钟。溶液遇振动、热源、明火或浓溶液与强还原剂反应会发生爆炸。杀菌迅速，无残留。

（二）消毒杀菌作用

过氧乙酸气体和溶液都有较强的消毒杀菌作用，是一种高效灭菌剂。过氧乙酸杀灭繁殖体型微生物需 0.05%～1%浓度作用 0.5～10 分钟；对肝炎病毒和结核杆菌 0.5%浓度需作用 30 分钟；杀灭细菌芽孢则需 1%浓度作用 5 分钟左右。对肉毒梭菌毒素也有较好的破坏作用。

过氧化氢可形成氧化能力很强的自由羟基，臭氧易释放出新生态氧。过氧化氢与臭氧是依靠氧化作用破坏蛋白质或酶结构而发挥杀菌作用的。3%过氧化氢溶液可杀灭细菌繁殖体，高于 10%过氧化氢溶液才能杀灭细菌芽孢。0.1 毫克/升臭氧作用 5 秒可杀灭水中大肠杆菌，对水中枯草杆菌芽孢需 59～728 毫克/升臭氧作用 30～90 分钟才能全部杀灭。

(三) 影响消毒杀菌的因素

1. 浓度与作用时间　杀菌作用随浓度的增加或作用时间的延长而加强。

2. 有机物　能降低杀菌效果，对过氧乙酸杀灭细菌繁殖体的影响大于其对细菌芽孢杀灭的影响。

3. 温度　低温可降低过氧乙酸与过氧化氢杀伤力。即使温度低至－20℃，过氧乙酸仍具有一定的杀菌作用。温度低有利于臭氧溶解在水中，其杀菌效果较好。

4. 还原性物质　溶液中加20%～70%的醇类可提高过氧乙酸作用1～4倍。尤其加入甲醇或异丙醇的效果较好。

5. 相对湿度　空气中的相对湿度对过氧乙酸蒸汽与臭氧气体杀菌效果有影响。相对湿度在40%～80%时有较明显的杀菌作用，其中以80%为最好。湿度低于20%时，杀菌作用微弱，失去实用意义。

6. 酸碱度　溶液呈酸性时，杀菌作用较强。

(四) 使用时注意事项

1. 消毒液在使用前用清洁的水配制，配制时应测定有效成分含量，按实际含量稀释。

2. 谨防高浓度药液溅到眼内或皮肤、衣服上，如溅到应立即用水冲洗。消毒皮肤、黏膜的药液浓度按使用要求准确配制，不宜超浓度使用。

3. 金属器械与天然纤维制品等经浸泡消毒后，应尽快用清水将药物冲洗干净，防止被腐蚀或漂白。

4. 药液应贮藏于阴凉、通风处。

5. 臭氧对人体有害，空气中允许浓度为0.2毫克/米^3。消毒空气时人不得在室内停留。

三、醛类消毒剂

甲醛和戊二醛是常用的醛类消毒剂。醛类消毒剂杀灭微生物的作用主要靠醛基。醛基与菌体蛋白或酶的巯基、羟基、羧基、氨基等结合，使之烷基化，引起蛋白质变性、凝固，造成微生物死亡。

(一) 理化性质

1. 甲醛（CH_2O）　为无色、具有强烈刺激性气味的可燃气体，放

置时间过长可发生浑浊。能溶于水和醇类物质，易聚合，有还原性。用于消毒的是36%（克/克）水溶液，通常称为福尔马林或甲醛水；或者白色粉末状聚合物，称为多聚甲醛。

国产福尔马林中含10%～12%甲醇，以防止聚合，有甲醛气味。在冷处久置会因部分发生聚合而浑浊，能与水、乙醇任意混合，溶液呈酸性。

多聚甲醛含甲醛91%～99%（克/克），常温下不断分解放出甲醛气体。加热时分解加速，放出甲醛气体与少量水蒸气。难溶于水，但可溶于热水或碱溶液中。

2. 戊二醛（$CHO(CH_2)_3CHO$） 戊二醛属高效消毒剂，具有广谱、高效、低毒、对金属腐蚀性小、受有机物影响小、稳定性好等特点，适用于医疗器械和耐湿忌热的精密仪器的消毒与灭菌。其灭菌浓度为2%，市售戊二醛主要有2%碱性戊二醛和2%强化酸性戊二醛两种。

纯品为无色油状液体，味苦，挥发性较低，挥发速度比水和乙醇慢。气味较小，有微弱的醛气味。易溶于水、乙醇和其他有机溶剂。溶液呈弱酸性，在4℃时稳定，随着温度升高聚合速度加快。在酸性条件下相对稳定，随着溶液pH升高，聚合速度加快，pH高于9时，可迅速聚合。

3. 邻苯二甲醛 是一种重要的医药化工中间体，以前主要用于胺类生物碱、荧光计组胺测定试剂及医药检验方面。自从1994年Alfa等将其用于内镜消毒而发现其具有良好的消毒效果，国外对邻苯二甲醛的消毒方面进行了许多研究，已经将其开发成为一种新型的高效消毒剂并通过了美国FDA认证。

与消毒剂戊二醛相比，邻苯二甲醛具有戊二醛广谱、高效、低腐蚀的优点，还具有刺激性小、使用浓度低等自身特性。此外，对近年来分离出的戊二醛抗性分枝杆菌也具有良好的杀灭作用。因此，邻苯二甲醛有可能成为戊二醛替代品。

（二）消毒杀菌作用

甲醛、戊二醛的水溶液和气体都能杀灭各种微生物，但杀灭细菌芽孢所需剂量较大。例如，甲醛水溶液对伤寒杆菌，需0.2%浓度作用60分钟，或3%浓度作用5分钟；对肉毒梭菌毒素和葡萄球菌肠毒素，5%浓度作用30分钟；对结核分枝杆菌，4%浓度作用5分钟；灭活各种病毒，一般使用0.05%～5%浓度作用10分钟；对细菌芽孢，则需

用8%浓度作用6小时，或2%浓度作用32小时。再如，2%（克/毫升）碱性戊二醛溶液作用2分钟可杀灭细菌繁殖体，作用5分钟可杀灭真菌与结核杆菌，作用10分钟能灭活除乙型肝炎病毒外的其他病毒；但对细菌芽孢，作用4小时以上才能杀灭；甲醛气体也一样，使用浓度为15毫克/升，作用2小时可杀灭细菌繁殖体，作用12小时才能杀灭细菌芽孢。戊二醛杀菌作用比甲醛强2～10倍。

邻苯二甲醛是一种高效消毒剂，对细菌繁殖体、真菌、分枝杆菌、病毒、细菌芽孢，甚至某些寄生虫都有很强的杀灭作用，尤其对戊二醛耐药的结核分枝杆菌有良好的杀灭作用。Walsh 和 Maillard 等对其杀灭大肠杆菌 ATCC9481、金黄色葡萄球菌 NCTC6571 及铜绿假单胞菌 PA01 的效果进行了实验。在悬液试验中，用18毫克/升的邻苯二甲醛溶液作用20分钟可杀灭铜绿假单胞菌达 10^5 以上。当浓度为180毫克/升时，作用5分钟，以上三种细菌均可减少 10^5 以上，而戊二醛达到同样的杀灭效果需要450毫克/升。将上述三种细菌污染物在玻板上经5 000毫克/升的邻苯二甲醛作用2～5分钟，可使三种细菌数量下降达 10^5 以上。

（三）影响消毒杀菌的因素

1. 微生物种类 微生物种类不同，对消毒剂的抵抗能力也不一样。

2. 浓度与作用时间 溶液浓度越高，作用时间延长，杀菌作用越好。但甲醛溶液随着浓度增加，聚合程度也随之增加，当非聚合甲醛含量保持恒定后，再增加浓度，杀菌效果也不再明显增长。戊二醛常用其2%碱性水溶液或异丙醇溶液。随其浓度下降，杀菌作用减弱。

3. 温度 温度增加，杀菌效果加强。对甲醛的影响更显著，用5%甲醛水溶液杀灭炭疽杆菌芽孢，20℃需作用32小时，37℃则作用90分钟即可。温度对戊二醛的影响较甲醛小，用2%碱性戊二醛水溶液杀灭炭疽杆菌芽孢，在40℃作用2分钟杀灭率与在20℃作用15分钟时相同。

4. 有机物 蛋白质被甲醛凝固后，药液不易渗透，存在于其深处的微生物因受到保护而不易被杀灭；只在有机物含量较高时，才对低浓度碱性戊二醛的杀菌作用有影响。即使菌悬液中存在20%（毫升/毫升）的血清，对杀菌效果影响仍不大。

5. 酸碱度 对戊二醛的影响较大，在碱性条件下杀菌效果较好。

6. 相对湿度 对甲醛气体的杀菌效果有影响。相对湿度低于60%，

甲醛气体杀菌作用显著降低；在过饱和状态下，被消毒物品吸水过多，影响甲醛气体的穿透。最适相对湿度为70%～90%。

7. 多孔性物品 可吸收甲醛气体，降低空气中的甲醛浓度。若多孔性物品过多，熏蒸消毒时应增加甲醛的用量。

四、环氧乙烷

环氧乙烷（C_2H_4O）为常用的杂环类气体消毒剂，常见的还有环氧丙烷、乙型丙内酯等。这类化合物是通过对微生物菌体蛋白质分子的烷基化作用，干扰酶的正常生物活性，使微生物发生代谢障碍而导致死亡。这类消毒剂的液体和气体都有消毒作用，但大多作为气体消毒剂使用。

（一）理化性质

环氧乙烷，又名软化乙烯、氧丙环。液体无色透明，具乙醚气味，在4℃时的比重为0.89，沸点10.8℃，只能灌装于特制安瓿或耐压金属罐中。在60℃时，蒸汽压力为5千克/厘米^2。在常温常压下为气体，其气体易燃易爆，闪点<0℃，空气中浓度达3%即有爆炸危险。环氧乙烷气体具有良好的扩散和穿透能力，可穿透玻璃纸、聚乙烯薄膜、聚氯乙烯薄膜以及薄层的油和水等，对空气的比重为1.49（40℃）。环氧乙烷液体与气体能溶于水、乙醇和乙醚。在水中与金属盐类发生反应可生成金属氢氧化物，使溶液pH升高。

环氧乙烷液体可溶解聚乙烯、聚氯乙烯；而气体则对塑料无损坏，也不损坏金属、棉毛、皮张、合成橡胶和纤维等，但可损坏赛璐珞制品。

（二）消毒杀菌作用

对环氧乙烷抵抗力最差的是酵母菌和霉菌，最强的是细菌芽孢，细菌繁殖体与病毒介于两者之间。在细菌繁殖体中，金黄色葡萄球菌的抵抗力强于大肠杆菌。环氧乙烷杀灭细菌芽孢与杀灭细菌繁殖体所需浓度较低，一般在10%以内。环氧乙烷气体熏蒸也可破坏肉毒梭菌毒素。

环氧乙烷液体在1%～5%浓度下作用数小时，可杀灭各种微生物。环氧乙烷气体杀灭细菌芽孢所需时间随浓度变化而变化。

（三）影响消毒杀菌的因素

1. 温度 温度升高可加强环氧乙烷的杀菌作用。

2. 浓度　浓度越高，杀菌所需时间越短。

3. 相对湿度　对熏蒸消毒效果影响很大。小型物品处理以 30%～50%为宜；对大型物品则要求相对较高的湿度，为 60%～80%。过湿，因水解反应，可损耗环氧乙烷；过于干燥，有机物质形成硬壳，会妨碍环氧乙烷穿透，增加消毒的难度。

4. 物品性质　不同性质的物品对环氧乙烷气体的杀菌作用有影响。纸、布和皮张等有孔材料消毒效果好，玻璃、金属等实质材料较差。塑料、橡胶、水液等可吸收大量环氧乙烷，降低作用浓度，使杀菌效果下降。

(四) 常用的消毒方法

环氧乙烷沸点较低，在室温下即可气化。小型消毒时用药量较小，可依靠自然蒸发；大型消毒使用药量较多，可加温促其蒸发；但加温不能使用明火，只能用热水浴，温度不宜超过 60℃。加温环氧乙烷铝罐或钢瓶时，应先将阀门打开后，再往水浴容器中徐徐倒入热水。给药完毕，应将热水放掉或移走再关闭阀门。

1. 保温瓶消毒法　适用于温度较低时对小型物品的消毒处理，如小型精密仪器、医疗器械、敷料和橡胶手套等。在保温瓶中加入 45℃ 水至瓶的 1/3～1/2 体积处，将拟消毒物品与用双层布制小袋（层间垫以棉花）包好的环氧乙烷安瓿放入聚乙烯袋内（安瓿颈部保持向上），在袋外将安瓿颈部掰断，立即放入保温瓶内，盖上盖，让环氧乙烷自然气化，进行消毒。用药量为 1 毫升/升，作用 16～24 小时。

2. 塑料袋消毒法　适用于对中、小型物资装备进行消毒，如工作服、医疗用具和手术包等。塑料袋用 0.2～0.5 毫米厚聚氯乙烯膜制作，消毒时用角铝与铁夹组成袋口支架并在中间衬以橡胶条封袋口。将物品与盛有环氧乙烷的容器放入袋内，封好袋口，于室温下使环氧乙烷自然气化，进行消毒。

3. 丁基橡胶袋消毒法　适用于快速消毒小型物品，特别是对外科手术器械与敷料进行灭菌。袋底部装有专用的通气小管，可与装环氧乙烷小型铝罐的出气口相连，以便在袋外给药。装入物品并扎好袋后，由袋外给药（打开铝罐阀门后再用热水加热铝罐，加速环氧乙烷气化），待消毒袋充分鼓起后停止给药。隔 10 分钟后再如前给药一次，两次给药总量约为 2.5 克/升，室温作用 2 小时。

4. 塑料帐幕消毒法　适用于大型物品的消毒。在帐幕侧面开孔并安装固定的双向接头，外接环氧乙烷钢瓶，内接聚乙烯散药软管（内径

10 毫米，管壁厚 4 毫米，每隔 30 厘米钻 1 个 3 毫米直径小孔，供铺于幕内均匀分散环氧乙烷气体）。堆放物品于帐幕内（行列间留适当空隙，安放散药软管），封闭幕口后，由帐幕外给药。塑料帐幕消毒法见示意图 5－1。

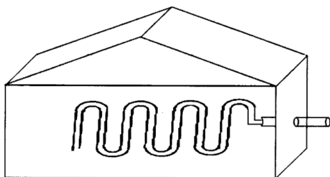


图 5－1　塑料帐幕消毒法示意图

5. 消毒柜消毒法　有大、中、小型环氧乙烷消毒柜。柜内温度与相对湿度可人为控制，适合经常性的对大、中、小型物品的消毒处理。

（五）使用时注意事项

1. 环氧乙烷易燃易爆，且有一定毒性，使用时必须注意安全；经环氧乙烷消毒的物品，必须待残留药物散尽后才能使用。

2. 给药前，应详细检查所用容器有无破裂漏气之处，如有则应修补或更换。给药后，也应经常检查有无漏气处，以便及时采取措施，防止继续渗漏。

3. 消毒时要注意环境温度与相对湿度，不要超出规定范围。如果被消毒物品的温度过低，应事先在消毒场所放置至接近环境温度，然后再进行消毒处理。

4. 环氧乙烷穿透性能好，但仍有一定限度。因此，消毒时仍需尽量为其穿透创造条件。

5. 环氧乙烷不宜用于食品和饲料消毒。

6. 工作人员应事先熟悉环氧乙烷性能、使用方法及安全操作要求。

（六）环氧乙烷消毒安全准则

环氧乙烷是一种易燃易爆并具有中等毒性的危险药品。为保证消毒的安全进行，除做好有关物资器材的准备工作外。工作人员应事先熟悉

其性能与使用方法，认真按下列安全守则进行操作。

1. 贮存时，环氧乙烷瓶口必须密封。贮存场所应通风、凉爽，温度低于40℃。不得有火源或转动的马达。装有环氧乙烷的铝罐与安瓿不得放于冰箱中。搬运时应轻拿轻放。

2. 大量使用时，消毒现场30～50米内不得有明火、变电设备、转动的马达及其他可产生火星的设备与操作。

3. 投药时应徐徐打开钢瓶阀门，勿使药液突然喷出。钢瓶的出气口不得对着人的面部。如不慎皮肤、黏膜或眼睛沾上环氧乙烷液体，应立即用水冲洗，防止烧伤。

4. 在消毒袋外打开安瓿时，事先应将安瓿置冰浴中10～20分钟，打开时，安瓿颈部不得对着人的面部。

5. 大规模消毒只能在室外或防爆建筑中进行。现场除防爆灯外，禁止使用其他电气设备，并设消防器材以防万一。

6. 加热装有环氧乙烷的容器，应在容器阀门打开后进行，加热不宜太猛。给药完毕，应先将热水放掉或移走，再关闭阀门。

7. 消毒过程中，严禁穿带钉鞋进入现场，以防摩擦产生火花，引起爆炸事故。经常用浸以加有适量酚酞的饱和硫代硫酸钠无色溶液（如呈浅红色，可加适量盐酸消除）的滤纸检测消毒容器可疑部位，发现漏气（滤纸变为粉红色）应即修补。

8. 消毒终末，必须先打开门窗，再打开容器，排出环氧乙烷气体。室内环氧乙烷气味很浓时，除防爆灯外，绝不可开其他照明设备。

9. 橡胶、塑料、有机玻璃等防护用品与医疗器械，消毒后必须通风散气，待环氧乙烷挥发后才可穿戴使用。

10. 工作人员如发现头晕、恶心、呕吐等中毒症状，应立即离开现场至通风良好处休息，重者须及时送医疗部门进行治疗。

五、醇类消毒剂

乙醇、异丙醇为常用的醇类消毒剂。醇类消毒剂杀灭微生物主要依靠三种作用：破坏蛋白质的肽键，使蛋白质变性；侵入菌体细胞，解脱蛋白质表面的水膜，使蛋白质或酶失去活性，引起微生物新陈代谢障碍；醇类为有机溶剂，可以发挥溶菌作用。

（一）理化性质

1. 乙醇（CH_3OH） 医用乙醇浓度不低于94.58%（毫升/毫升），

为无色透明液体，易挥发，有辛辣味，易燃烧。沸点为 78.5℃，闪点为 9～11℃。与水能以任意比例混合。

变性酒精为在医用乙醇中添加了许多有毒物质，如甲醇、甲醛和升汞等，使其不能饮用，但可用于消毒，其效果与乙醇相同。

2. 异丙醇（$CH_3CHOHCH_3$） 又名 2-丙醇或第二丙醇，浓度不低于 98.5%，为无色透明可燃性液体，有类似丙酮和乙醇混合的气味，味微苦。沸点为 82.5℃，闪点为 11.7℃，能与水、乙醇混合。

（二）消毒杀菌作用

乙醇对细菌繁殖体、病毒和真菌孢子有杀灭作用。革兰阳性菌抵抗力略强于革兰阴性菌。但对细菌芽孢无效。

60%～70%乙醇作用 5 分钟可杀灭细菌繁殖体；但病毒多包被于蛋白质中，需 3～10 分钟才能杀灭；对乙型肝炎病毒效果尚有争论；对真菌孢子则需作用 30～60 分钟。乙醇浓度低于 30%时，对细菌繁殖体的杀灭需要延长至数小时甚至 1 天以上。异丙醇能杀灭细菌繁殖体、部分病毒与真菌孢子等，但不能杀灭细菌芽孢。

（三）影响消毒杀菌的因素

1. 浓度 杀菌前需要对高浓度的乙醇进行稀释。浓度在 95%以上的乙醇接触菌体后能立即引起菌体表层蛋白质凝固而形成保护膜，阻碍乙醇分子继续渗入菌体内，而导致杀菌能力减弱。因此，只有稀释到一定程度，乙醇的杀菌作用才能达到较高水平。过浓或过稀，杀菌作用都会减弱，乙醇浓度为 65%～80%，异丙醇浓度为 50%～70%时较合适。

2. 有机物 醇类可使蛋白质变性凝固形成保护层，影响杀菌作用的进一步深入，故不宜用于消毒被血、脓、粪便等污染的物品表面和器械等的消毒。

3. 温度 杀菌能力随温度升高而加强，但不如酚类、醛类明显。

（四）使用时注意事项

不能用于外科手术器械灭菌；消毒前清除物品表面黏附的各种有机污物；不宜用于消毒涂有醇溶性涂料物品的表面；注意使用浓度，浸泡处理时，勿使物体带有过多水分，以免对消毒的醇类消毒剂造成稀释；应贮存于密封容器内，防止有效成分挥发。

六、酚类消毒剂

常用的酚类消毒剂有甲酚皂溶液、滴露消毒药水。

（一）理化性状

1. 甲酚皂溶液　又名煤酚皂溶液或来苏儿，是以三种甲酚异构体为主的煤焦油分馏物与肥皂配成的复方。市售的甲酚皂溶液含甲酚48%～52%。配方为：甲酚500毫升，植物油173克，氢氧化钠27克，加蒸馏水至总体积为1升。制取时，先以植物油与氢氧化钠制成肥皂，趁热加入甲酚与蒸馏水，得到的甲酚皂溶液为黄棕色至红棕色黏稠液体，有酚臭。沸点为191～201℃，溶点为30～36℃，可溶于水及醇中，溶液为碱性，呈透明浅棕色，性质稳定，耐贮存。

2. 滴露消毒药水　是含对氯间二甲苯酚、表面活性剂、香料等成分的复方消毒剂溶液。原液含对氯间二甲苯酚4.8%，为黄色透明液体，具有皂酚气味，摇动时产生大量泡沫，可溶于水与醇中，溶液呈碱性，性质较稳定。

（二）消毒杀菌作用

可杀灭细菌繁殖体、真菌与某些种类的病毒（主要是囊膜类病毒）。常温下对细菌芽孢无作用，常用浓度可破坏肉毒梭菌毒素。

甲酚皂溶液中主要杀菌成分为甲酚，肥皂使甲酚易溶于水，并可降低其表面张力。肥皂种类与用量对杀菌作用有一定程度的影响，以椰子油脂肪酸肥皂最好，其次为豆油、蓖麻油脂皂，花生油脂肪酸或橄榄油肥皂较差。肥皂用量过多易使溶液碱性过大，从而使杀菌效果降低；用量过少，溶液在低温下不能保持透明和稳定。

（三）影响消毒杀菌的因素

1. 浓度与作用时间　浓度越高，作用时间越长，杀菌效果越好。

2. 有机物　可减弱其杀菌能力，但对较高分子量的酚类影响较小。对高沸点类消毒剂影响较大，对甲酚皂溶液的影响较小。

3. 温度　升温可加速其杀菌作用。

4. 食盐　能加强其杀菌作用。

5. 酸碱度　酸可加强其杀菌作用。

6. 其他物质　乙醇、氯化铁和氯化亚铁可增强其杀菌能力；肥皂

可降低表面张力，用量适当可增强杀菌作用。

（四）使用时注意事项

1. 因此类消毒剂溶液毒性较大，气味容易滞留，故不宜用于消毒饲料或饲槽及笼器具等。

2. 因甲酚皂溶液刺激性强，消毒皮肤所用浓度不能超过2%，并且此类消毒剂溶液都不能用于黏膜消毒。

3. 勿使用硬度过高的水配制甲酚皂水溶液，否则应加大甲酚皂浓度。

七、季铵盐类消毒剂

季铵盐类消毒剂是一种阳离子表面活性剂。在化学性质上，它们有四个碳原子通过共价键直接与氮原子相连；阴离子在烷基化试剂作用下通过离子键与氮相连。

季铵盐类消毒剂使用广泛，具有除臭、清洁和表面消毒的作用。在低浓度下有抑菌作用，在高浓度下可杀灭大多数种类的细菌繁殖体与部分病毒。新合成的品种很多，性能大同小异。目前，普遍使用的有苯扎溴胺（新洁尔灭）、氯苄烷胺（洁尔灭）、十二烷基二甲基乙苯乙基溴化胺（度米芬）。季铵盐单用或与酒石酸泰乐菌素合用对孵化间分离的假单胞菌和产碱杆菌等有效。

（一）理化性质

1. 苯扎溴铵 为溴化二甲基苄基烃铵（又名十二烷基二甲基苯甲基溴化铵）的混合物，常温下为淡黄色胶状物，低温下形成蜡状固体。具有芳香气味（不纯者有令人不愉快的气味），极苦，易溶于水或乙醇。溶液澄清透明，呈碱性，摇动时产生大量泡沫，具有表面活性作用。耐光和热，性质较稳定，可长期贮存。

2. 苯扎氯铵 是氯化二甲基苄基烃铵的混合物，为白色蜡状固体或黄色胶状固体。溶于水或乙醇，其水溶液呈中性或弱碱性，振摇时产生大量泡沫，具有表面活性作用。

3. 百毒杀 化学名称为双十烷基二甲基溴化铵，别名双癸甲溴铵，为双长链季铵盐。易与水混合，有表面活性作用。原液浓度为50%（克/毫升），性质较稳定。对某些金属有轻微腐蚀作用。

4. 新洁灵消毒精 化学名为双十二烷基二甲基乙撑二铵，为双长链

季铵盐。易溶于水，具有表面活性作用。原液浓度为 5%～10%(克/毫升)。

（二）消毒杀菌作用

苯扎溴铵与苯扎氯铵对化脓性致病菌、肠道菌和部分病毒有较好的杀灭作用，对结核分枝杆菌与真菌的杀灭效果不好，对细菌芽孢有抑制作用。

百毒杀对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌、绿脓杆菌等细菌繁殖体有一定的杀灭能力。

新洁灵消毒精对金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和白色念珠菌等有一定的杀灭作用。

一般来说，本类消毒剂对革兰阳性菌的杀灭能力强于革兰氏阴性菌。抑菌浓度远低于杀菌浓度。

（三）影响消毒杀菌的因素

有机物的存在，可减弱本类消毒剂的杀菌作用；酸碱度可影响杀菌效果，pH 越低，所需杀菌浓度越高；温度升高可加强其杀菌作用；配制溶液用水的硬度过高，可降低其杀菌能力，硬水对百毒杀杀菌能力的影响较小；阴离子的肥皂或洗衣粉等洗涤剂，碘、碘化钾、蛋白银、硝酸银、硫酸锌、酒石酸、硼酸、水杨酸盐、柠檬酸及其盐类、黄降汞、升汞、氯化锌、白陶土、过氧化物和磺胺类等药物，以及钙、镁、铁、铝等金属离子，都对其有拮抗作用；本类消毒剂易吸附于各种物体表面，浸泡纤维织物和毛羽时吸附量较大，可影响其在随后溶液中的浓度。

（四）使用时注意事项

1. 本类消毒剂易被微生物污染，最好现配现用，配好后放置时间一般不宜超过 2～3 天。使用次数过多，或发现溶液变色、变混产生较多沉淀时，应立即更换。每次更换药液后，盛放的容器应立即进行灭菌处理。

2. 物品表面应清洗干净后再消毒，不得与肥皂或其他阴离子洗涤剂同用，不可与碘或过氧化物等消毒剂合用。

3. 配制的水溶液，使用时应避免形成泡沫，因泡沫中药物浓度比溶液中高，影响药物的均匀分布。

4. 因本类消毒剂不能杀灭结核杆菌和细菌芽孢，不是灭菌剂，不宜用于消毒粪便、垫草和垫料等，不宜用于对手术器械灭菌，或浸泡无

菌器材。

八、其他消毒剂

目前常用的其他消毒剂有氯己定、碘、碘伏、高锰酸钾、高氧化还原电位酸性水、酸与碱和食醋等。

（一）氯己定

为双胍类化合物。其杀菌机理主要有：吸附于细胞表面，破坏细胞膜，造成胞浆组分溢出；抑制脱氢酶的活性；浓度高时可凝聚胞浆组分。

1. 理化性状 化学名称为1,6-（正对氯苯双胍）己烷，又名氯苯双胍己烷。因其难溶于水，多采用其盐酸盐、醋酸盐或葡萄糖酸盐形式。盐酸盐或醋酸盐为白色结晶状粉末，无臭、味苦，有吸湿性，性质稳定。在20℃时，水中溶解度分别为0.06%和1.9%。加入适量的阳离子或非离子表面活性剂，或提高水温，可增加其溶解度，可溶于乙醇。葡萄糖酸盐多为20%无色或浅黄色水溶液，无气味，味苦，能与水、醇、甘油等互溶，性质稳定，耐贮存。

2. 消毒杀菌作用 可杀灭革兰氏阳性和阴性细菌繁殖体，但对结核杆菌、某些真菌以及细菌芽孢仅有抑菌作用。其水溶液与醇溶液都有较好的杀菌作用。抑菌浓度可低达10^{-5}～10^{-6}。

3. 影响消毒杀菌的因素 有机物的存在可减弱其杀菌作用。因为是阳离子消毒剂，与阴离子洗涤剂有拮抗作用。存在0.1%以上肥皂时，可显著降低其杀菌效果；但当肥皂浓度减至0.001%时，影响不大（一般洗手后残留的肥皂影响不大）。

与下列药物不宜配伍使用：阿拉伯胶、硝酸银、蜂蜡、煌绿、藻朊酸钠、硫酸钠、羧甲基纤维素钠、荧光素钠、甲醛、汞和硫酸锌等。

碱性条件可加强杀菌效果，如果pH低于7，则杀菌效果大为降低。

4. 使用时的注意事项

（1）勿使用硬度过高的水配制该溶液，硬度过高会使氯己定与水中的碳酸盐和硫酸盐产生复分解反应而出现浑浊，配制前应先将水软化，或用蒸馏水与去离子水配制。配制的溶液在存放过程中如有结晶沉淀，应加热至90℃使之重新溶解。

（2）不要与肥皂及其他拮抗消毒剂同用。

（3）若创面脓液过多，应延长冲洗时间，至冲洗液变清。

（4）不宜用于消毒粪便、痰液等排泄物与分泌物。

（5）因为不能杀灭结核杆菌和细菌芽孢，故不宜用于对外科器械的灭菌。

（二）碘

属于卤族元素，也有人将其与含氯消毒剂统称为卤素类消毒剂。碘液中起杀菌作用的主要是碘元素本身，可直接卤化菌体蛋白质，与蛋白质的氨基结合，使菌体的蛋白质或酶受到破坏，微生物因代谢机能障碍而死亡。

1. 理化性状　是一种非金属元素，蓝黑色鳞晶或片晶，有金属光泽，质脆，熔点为114℃，沸点为184℃，易升华，蒸气呈紫色。微溶于水，能溶于碘化钾溶液、醇、醚、氯仿、二硫化碳、四氯化碳及苯等。碘的饱和溶液呈微酸性。碘在溶液中除呈双原子游离碘外（I_2），还可呈三原子碘的络离子（I_3^-）以及碘离子（I^-）、次碘酸根离子（IO^-）与碘酸根离子（IO_3^-）。三原子游离碘杀菌能力比三原子碘的络离子强。在溶液中它们的变化是可逆的。

2. 消毒杀菌作用　具有广谱杀菌作用，对各种微生物的杀灭剂量比较接近。50毫克/升浓度可杀灭细菌繁殖体；60毫克/升浓度可杀灭细菌芽孢；10毫克/升作用5～10分钟或125～375毫克/升作用1分钟即可使病毒灭活；对皮肤真菌，需用12～300毫克/升浓度即可杀灭。2%碘液作用1分钟可杀灭各种微生物。

3. 影响消毒杀菌的因素

（1）*酸碱度*　在酸性条件下游离碘增多，杀菌作用较强；在碱性条件下，游离碘减少，杀菌作用减弱。在浓度很低的水溶液中上述影响明显；当浓度高于0.02%时，pH在2.2～8.0范围内都可保持较好的杀菌作用。

（2）*有机物*　可降低碘的杀菌作用，在1 000毫克/升的溶液中，存在少量有机物，可加入0.1%的盐酸克服，若有机物过多，杀菌作用基本丧失；外科消毒使用的碘液，浓度较高（2%），有机物的影响可忽略不计。

（3）*碘化物*　溶液中如有大量碘化物存在时，可使游离碘变为过碘化物，从而使杀菌作用降低或丧失。配制碘液时，加入约等量的碘化钾助溶，对杀菌作用无影响。

（4）*温度*　影响较小，在0～5℃下，杀菌作用比室温稍迟缓，作用时间需延长20分钟。

4. 使用时注意事项 碘在室温下可升华，易挥发，固体碘与配制好的溶液应贮存于密闭容器中。贮存时间过长，溶液颜色变浅，应测定有效碘的含量，将浓度补足。使用低浓度碘液消毒时，应根据介质的酸碱度与有机物的含量增加浓度或延长作用时间。应及时清除物品表面沾有的碘液，以免长期作用引起损害。碘（特别是碘酊）对伤口刺激性强，使用时应注意。

（三）碘伏

是碘以表面活性剂为载体的不定型络合物。其中，表面活性剂有助于碘的溶解。该消毒剂中的碘在水中可逐渐释放，保持杀菌作用的时间较长。所用表面活性剂，应即能作为碘的载体，又具有较好的溶解性。阳离子、阴离子、或非离子型皆可，但非离子型最好，比较稳定。常用的有聚乙烯吡咯烷酮、聚乙氧基乙醇和聚乙烯醇等。

1. 理化性质 碘伏原液呈深棕色，气味较小，水溶性较好。因含表面活性剂，易起泡沫，有清洁剂的作用。着色作用小，物品着染后较易脱色。原液稳定，此外还有固体碘伏，用时现配成溶液。消毒用的稀溶液稳定性较差，2 天后有效碘可下降达 50%以上。其消毒液对黏膜刺激性小，毒性低，对银、铝和二价合金有一定的腐蚀作用。

2. 消毒杀菌作用 具有广谱杀菌作用，但对细菌芽孢和真菌孢子作用较弱。以含 50 毫克/升有效碘溶液作用 8 分钟，可杀灭大肠杆菌、绿脓杆菌、金黄色葡萄球菌等细菌繁殖体；200 毫克/升有效碘溶液作用 30 分钟，可破坏乙型肝炎表面抗原，作用 15 分钟可灭活脊髓灰质炎病毒。然而，杀灭细菌芽孢需 100 毫克/升有效碘作用 2 小时以上。虽然用含 20 毫克/升有效碘作用不到 1 分钟可杀灭 90%的黑曲霉孢子，但用含 446 毫克/升有效碘溶液作用 1 小时也不能杀灭黄丝衣霉孢子。对白色念珠菌，用含 10 000 毫克/升的有效碘溶液作用 5 分钟，杀灭率才能达到 99.99%以上。

3. 影响消毒杀菌的因素

（1）*温度* 在 10～30℃范围内，温度影响较小。温度增至 40℃以上，杀菌效果明显提高。

（2）*有机物* 可降低碘伏的杀菌作用。当菌液中加有 20%小牛血清或 5%酵母悬液时，则明显减弱碘伏的杀菌作用。

（3）*拮抗物质* 因其含有离子表面活性剂，故与该离子表面活性剂有拮抗作用的物质，会减弱其杀菌作用。

4. 使用时注意事项 消毒用的稀溶液稳定性差，宜现用现稀释；消毒时若有机物含量较多，应提高有效碘浓度或延长作用时间；避免与拮抗药物同时使用；不用于消毒银、铝与二价合金的器材，以免受到腐蚀损坏。

（四）高锰酸钾

为强氧化剂，依靠其氧化能力杀灭微生物。主要是将酶的巯基（—SH）氧化成二硫键（—S—S—），使酶失去活性，导致微生物死亡。

1. 理化性质 又名过锰酸钾、灰锰氧，为深紫色晶体，有金属光泽，性质稳定，耐贮存。在240℃下分解，释放出氧。能溶于水，呈紫色溶液，在10℃时溶解度为4%，在20℃为6.5%。其水溶液在酸、碱条件下都不稳定，易为醇类、亚铁盐、碘化物等分解。

2. 消毒杀菌作用 0.01%～0.1%浓度的溶液作用10～30分钟，可杀灭细菌繁殖体、病毒、破坏肉毒梭菌毒素；2%～5%浓度的溶液作用24小时，可杀灭细菌芽孢。

3. 影响消毒杀菌的因素 温度升高可加强杀菌作用；有机物可降低消毒效果；碘化物及其他还原物质对其有拮抗作用，使杀菌效果降低。

4. 使用时注意事项 存放于密闭容器中，禁止与有机物接触；水溶液暴露于空气中容易分解，宜现配现用；消毒后容器应及时洗净，若着色时间较久，一般不易清洗除去，可用过氧乙酸或草酸溶液洗净；勿用湿手直接拿取本品的结晶，以免染色或腐蚀；消毒黏膜时浓度应控制在规定的范围内，以免引起不良反应；有机物或其他拮抗物质过多，不宜用本药消毒。

（五）高氧化还原电位酸性水

将含有0.05%食盐的水置于阳极与阴极间隔有阳离子交换膜的电解槽内，通以高压电流，使之电解，在阳极产生的含有氧、活性氯等的混合溶液。该混合液依靠其高氧化还原电位与活性氯杀灭微生物。

1. 理化性质 原液pH为2.0～3.0，氧化还原电位为1 050～1 190毫伏。稳定性差，宜现配现用。该液在光照下氧化还原电位可降至700毫伏以下，其中活性氯遇光（主要是紫外线）和有机物会被破坏，对皮肤和黏膜刺激性较小。

2. 消毒杀菌作用 原液作用30秒，可杀灭大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、肠炎弧菌、发癣菌，作用5分钟可杀灭白色念珠菌，

作用 20 分钟可杀灭枯草杆菌黑色变种芽孢。

3. 影响消毒杀菌的因素 温度升高可加强其杀菌作用；随着该液的氧化还原电位下降，杀菌能力减弱；有机物可降低其消毒效果，当乙型肝炎表面抗原悬液中含小牛血清≥1.5%时，该液作用 10 分钟也不能将其抗原性破坏，而对不含小牛血清的作用 30 秒就会将表面抗原破坏。

4. 使用时注意事项 存放于密闭容器中，置于阴凉、避光处，存放时间不宜超过 3 天；物品表面带有较多有机物时，应先洗净后再消毒；浸泡处理时，勿使物品带有过多水分，以免稀释药液，降低效果；该液对铜、铝和碳钢有一定腐蚀作用，使用时应予注意。

（六）酸与碱

很多酸或碱都有抑菌或杀菌作用，但因为有的腐蚀性很强，有的杀菌作用较弱，因此使用受到限制。常用的酸类与碱类消毒作用见表 5－1。

表 5－1 常用的酸碱消毒剂处理剂量和用途

种类	使用剂量	用　　途
硝酸	2%，2 小时（40℃）	消毒皮张、毛刷（杀芽孢），后用 2%碳酸氢钠冲洗中和
硫酸	10%，60 分钟	畜舍地面、墙壁等消毒（杀芽孢）
盐酸	2.5% + 15% 食盐，40 小时；1%，120 小时	皮革消毒（杀芽孢），贮粪池消毒
碳酸	饱和 CO_2 溶液	抑菌作用
硼酸	2%～4%	用于血清防腐或抗菌
乙酸	4%	杀灭肠道杆菌
	9%	杀灭葡萄球菌
	0.3%	抑菌作用
乳酸	1 摩尔/升	杀灭肠道杆菌和化脓性球菌
草酸	0.03 摩尔/升	杀灭细菌繁殖体
水杨酸	石炭酸系数 0.1	杀灭细菌繁殖体
氢氧化钠	1%，10～30 分钟	破坏肉毒梭菌毒素
生石灰	20%石灰乳	传染病疫源地消毒
肥皂	1∶1 干粉	消毒粪便
	0.5%	煮沸消毒的增效剂
合成洗涤剂		含氯消毒剂的增效剂

乙酸有一定的熏蒸消毒杀菌作用，但室内蒸发5%的乙酸溶液，对空气中呼吸道细菌的杀灭作用不如食醋。

（七）食醋

食醋中含有醋酸等多种成分，因此具有一定的消毒杀菌能力，一般除水分外，还含有5%醋酸、1%糖、0.1%氨基酸和少量的盐、琥珀酸和色素等，这些成分可能有协同作用。食醋的杀菌作用较弱，而且随品种不同杀菌效果不同，但由于其容易获得，在无其他合适消毒剂时，仍可选用。

可用于对物体表面的消毒，用食醋原液浸泡、擦抹或喷雾，作用30分钟，对细菌繁殖体有一定的杀灭作用，也可用熏蒸的方法进行消毒。

用于空气消毒时，可用喷雾法或熏蒸法。喷雾处理剂量为2毫升/厘米^3，作用10分钟，可杀灭空气中的卡他球菌、甲型溶血性链球菌与白色葡萄球菌95%左右。熏蒸处理用量为12.5毫升/厘米^3，作用10分钟，可杀死90%以上空气中的致病菌，作用30分钟，可几乎全部杀灭。对流感病毒，可用3毫升/厘米^{3}剂量，作用30分钟即可。

对皮肤黏膜的消毒，用原液擦拭可将皮肤上污染的柠檬色葡萄球菌杀灭72%～99.98%。

九、复方化学消毒剂

随着科学的发展和社会的进步，化学消毒剂应用范围在不断扩大，单一有效成分的消毒剂已经不能满足动物生产的需要，为此，经常将几种消毒剂配合使用。配合后的消毒剂不仅能够改善使用方面存在的不足，而且各成分之间有协同作用，提高消毒杀菌效果。

复方消毒剂的配伍类型主要有两大类，一是消毒剂与消毒剂的复配，主要是发挥协同作用，提高消毒剂的消毒杀菌能力；另一类是消毒剂与辅助剂的复配，主要是改善消毒剂的综合性能，如提高稳定性、减轻腐蚀性等。复配一般应遵循一定的原则：协同或相加的消毒杀菌作用；完善或改变消毒剂性能；主要成分要明确；不配入无效成分；掌握配伍禁忌。

一些常见的配伍禁忌规律如下：①氧化剂与还原剂之间不能发生复配，否则会发生剧烈的氧化还原反应；②卤素类消毒剂之间不能复配，它们之间会发生取代反应，改变消毒剂的成分；③酸性消毒剂不能与碱

性消毒剂和阴离子表面活性剂复配，碱性消毒剂不能与酸性消毒剂和阳离子表面活性剂复配；④氧化剂中氧化电势差别很大的同类消毒剂不能复配；⑤复配后造成消毒剂分解或造成环境污染或毒性增加，不能复配。

（一）醛类复方消毒剂

由于甲醛的毒性较大，复方消毒剂中常用的是戊二醛。

1. 0.2%或0.5%戊二醛与0.2%新洁尔灭复配杀芽孢作用明显增强，随着作用时间延长而杀菌作用增强。甲醛与新洁尔灭复配后也能增加杀菌效果，减少毒副作用。

2. 戊二醛与洗涤剂复配后的消毒剂为低毒物质，刺激性较小，无致突变作用。戊二醛为主要杀菌成分，辅以强化剂和润滑保护成分的复方内镜消毒剂，戊二醛的使用量可减至0.4%，其10%的稀释液2分钟能完全灭活试验大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、铜绿假单胞菌与乙肝病毒表面抗原，5小时杀灭枯草杆菌黑色变种芽孢。腐蚀作用减小，对皮肤黏膜无刺激性，属于实际无毒。

3. 0.5%戊二醛和5.0%过氧化氢混合后共同作用10～30分钟，对枯草杆菌黑色变种芽孢的杀灭效果高于它们单独作用的效果。

4. 2.0%戊二醛、0.1%复合醇、0.4%亚硝酸钠与表面活性剂混合成复方器械消毒液，杀菌效果可靠，可以杀灭大肠杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌黑色变种芽孢及乙肝病毒表面抗原等。除对铝有轻度腐蚀外，对其他金属无腐蚀。

（二）醇类复方消毒剂

复配中使用最多的是乙醇和异丙醇，乙醇在国内使用最广泛，异丙醇在国外使用较多，后者的杀菌作用稍强于乙醇。

1. 含氯消毒剂与醇的复配 50%甲醇溶液和含2 000毫克/升有效氯的次氯酸钠配伍，10分钟可使芽孢数从10^7个/毫升降到100个/毫升以下，比单独的次氯酸钠作用时间要短，而50%的甲醇溶液本身则不具有杀菌作用。实验研究显示，甲醇与次氯酸钠复配的效果要优于其他醇类与次氯酸钠的配伍。用磷酸盐缓冲液配成含1%甲醇的次氯酸钠混合消毒液，其杀芽孢效果高于同浓度的单一含氯溶液。

2. 乙醇与胍类消毒剂复配 在国内乙醇与洗必泰的复方使用较多，如4%葡萄糖洗必泰的70%醇溶液或0.5%洗必泰的70%醇溶液，主要

用于手和皮肤的消毒。使用速干型皮肤喷雾消毒剂，作用 1～30 分钟，可杀灭悬液中和手上污染的大肠杆菌、金黄色葡萄球菌及白色念珠菌 99.99%以上。临床观察消毒效果明显优于碘酊-乙醇两步法消毒，而且性质稳定，属实际无毒，对皮肤无刺激性。

3. 醇与氧化剂复配　在过氧乙酸中加入乙醇以及 EDTA-2Na、磷酸、正丁醇，主要用来增强过氧乙酸的稳定性。

4. 醇与醛复配　用水杨酸甲酯、乙醇与甲醛按 0.1∶0.8∶9.9 比例配成的消毒液，用于医疗用品的消毒；用 0.02 摩尔/升的磷酸盐缓冲液配制含 4%甲醛与 20%乙醇的消毒液用于处理移植组织的消毒；用 11%甲醛异丙醇溶液加 0.1%硼酸与 1%萜品醇的复方，用于医疗器械的灭菌。

5. 醇作为溶剂　可与其他消毒液配成酊剂，如可用碘与醇复配成 2%碘乙醇溶液，两者有协同作用，增加消毒效果。

（三）复方含氯消毒剂

复方含氯消毒剂中常用的含氯成分主要有次氯酸钠、次氯酸钙、二氯异氰脲酸钠、氯化磷酸三钠、溴氯海英等。

在含氯消毒剂中加入溴或碘可增强其杀菌能力，以二氯一碘异氰尿酸为主要成分的杀菌剂，有效氯（碘）3～5 毫克/升溶液作用 2 分钟可杀灭大肠杆菌、金黄色葡萄球菌等细菌繁殖体 99.99%～100%；50～100 毫克/升作用 5～10 分钟可杀灭枯草杆菌黑色变种芽孢，但是稳定性较差，增效作用保持时间较短。

（四）含碘类复方消毒剂

碘溶液作为消毒剂应用的时间比较长，但由于其微溶于水或醇，有色，天然纤维织物被碘液着色后不易洗除，对皮肤刺激性大，腐蚀性较强，限制了其单独使用，复方溶液的应用越来越多。

碘液和碘伏是最常见的两种含碘消毒剂，但非复配时首选。碘与表面活性剂的不定型配合物则是碘类复方消毒剂中最常用的，因为非离子型表面活性剂最稳定，故作为碘的载体使用较多，常见的有聚乙烯吡咯烷酮、聚乙氧基乙醇等。

1. 碘与聚乙烯吡咯烷酮和其他物质复配　与乙醇、丙二醇复配用于皮肤消毒；将中药提取液、抗氧化剂等加入皂基中制成含碘消毒香皂；与表面活性剂复配成清洗消毒剂，250 毫克/升有效碘浓度作用

10 分钟可将大肠杆菌与金黄色葡萄球菌杀灭 99.9%以上，作用 1 分钟即可将淋球菌杀死；100 毫克/升浓度作用 1 分钟可杀灭伤寒杆菌、痢疾杆菌、变形杆菌、白色念珠菌，并且该清洗消毒液无毒、无刺激性，对铝有轻度腐蚀，除菌效果与洗洁精相似。

2. 碘与氯已定复配 有效碘浓度 31～62 毫克/升的氯已定碘溶液对大肠杆菌、金黄色葡萄球菌作用 15 秒，杀灭率可达 99.99%以上。含有效碘 1 000 毫克/升擦手 1 分钟，可降低手上自然菌达 96%以上。

3. 碘化物与过氧化氢复配 可加速过氧化氢分解，使其迅速放出活性氧而增强杀菌作用，碘化钾与过氧化氢 1∶1 复配，可协同增强杀菌效果。0.25%的混合液作用 30 秒，可将大肠杆菌和金黄色葡萄球菌杀灭 99.98%，但对枯草杆菌黑色变种芽孢杀灭效果较差。

（五）季铵盐类复方消毒剂

常用复配的季铵盐有十二烷基二甲基苄基氯化铵、二甲基苄基溴化铵等。

1. 季铵盐与戊二醛复配成酸性消毒剂，与二氧化氯复配等用于医疗器械和用品的消毒。

2. 甲硅基季铵盐与聚氨基甲酸乙酯复配，用于处理布和皮张等，能使细菌的污染数量明显减少。

3. 含硅季铵盐与卤代芳烃硅混合物复配，用于浸泡纱线，再以多聚体被覆，织成抗菌除臭手套及抗菌布等。

（六）气体复方消毒剂

随着空气消毒研究的发展，一些杀菌效果好、刺激性小的复方气体消毒剂在空气消毒中得到广泛应用。

1. 苍术复方消毒剂 是以苍术、荆芥提取液为主，加入适量的丁香油、薄荷油等芳香物质制成。以 240 毫克/小时速度加热蒸发该消毒剂 60 分钟，可杀灭空气自然菌数达 69.73%。

2. 2.0%戊二醛与表面活性剂的复方消毒剂 按 10 倍稀释后，以 8 毫升/厘米^3 用量进行喷雾，作用 20 分钟，可全部杀灭空气中的大肠杆菌、肺炎链球菌、绿脓杆菌、痢疾杆菌等，但对金黄色葡萄球菌则需作用 30 分钟。

3. 0.5%戊二醛、甘油、乙醇和香精等制成空气清新剂 以 2 毫

升/米^3 用量，在室温 22℃、相对湿度 73%时，作用 5 分钟，可使空气中金黄色葡萄球菌与大肠杆菌杀灭率达 92.57%和 93.57%，可使空气中的自然菌总数减少 84.0%。

4. 以氯已定-碘配合物为主要成分配制的消毒剂　该类消毒剂对空气中的真菌有良好的杀灭作用。

5. 以过氧化氢为主要杀菌成分的空气消毒剂　在室内喷 0.15 毫升/米^3，作用 2 小时，自然菌下降达 90%左右。

6. 以戊二醛、大青叶提取液、金银花提取液为主要原料制成空气消毒剂　该消毒剂在实验室内对白色葡萄球菌、金黄色葡萄球菌、绿脓杆菌的杀灭率均在 99.83%以上，对流感病毒的杀灭率为 100%，现场应用对空气的灭菌率均在 90%以上，而且性质稳定、毒性小。

第二节　化学消毒用设备

一、喷雾器

按照喷雾器的动力来源可分为手动型、机动型；按使用的消毒场所可分背负式、可推式和担架式等（图 5-2）。



手压式喷雾器　　机动喷雾器　　背负式喷雾器

图 5-2　喷雾器

1. 背负式手动喷雾器　主要用于场地、圈舍、设施和带动物圈舍的喷雾消毒。该类产品结构相对简单，保养方便，喷洒效率高。

2. 机动喷雾器　常用于场地消毒和圈舍消毒。该类设备有动力装置；重量轻、振动小、噪声低，可高压喷雾，具有高效、安全、经济、

耐用等优点。

高压机动喷雾器主要由喷管、药水箱、燃料箱、二冲程发动机组成，使用时应注意佩戴防护面具或安全护目镜。操作者应戴合适的防噪声装置。

3. 手扶式消毒喷洒机 用于大面积环境喷洒消毒，尤其在饲养场消毒、疫区和发生大的自然灾害地区的消毒。机动能力强，载药量多，喷洒能力强，可在短时间内胜任大量的消毒工作。

二、二氧化氯发生装置

用于快速生产含氯消毒液。适用于动物养殖场、屠宰场、运输车船，人员防护消毒以及发生疫情的病原污染区和大范围发生自然灾害和生物战争的地区的消毒。其原理如下：

$$NaClO_3+2HCl=NaCl+ClO_2+1/2Cl_2+H_2O$$

$$5NaClO_2+4HCl=4ClO_2+5NaCl+2H_2O$$

原料供应系统内的氯酸钠水溶液和盐酸（浓度 30%～31%）在计量调节系统、电控系统的作用下被定量输送到反应罐内，在一定温度下经过负压曝气反应生成二氧化氯和氯气的气液混合物，经吸收系统吸收制成一定浓度的二氧化氯混合消毒液，投放到待处理的水中或需要消毒的物体和环境中，完成二氧化氯和氯气的协同消毒、氧化等作用。二氧化氯发生装置见图 5－3。

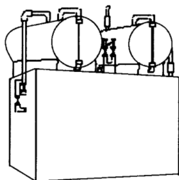


图 5－3　二氧化氯发生装置示意图

三、臭氧发生器

臭氧发生器是制药厂、食品厂生产车间、各种实验室、医院、机关企事业单位、图书馆、宾馆和水生动物园必需的消毒设备，特别适合有人在场时杀菌、抑菌、空气净化，无人环境下全方位空气消毒及物体表面消毒，成功解决了人机共处的难题。

臭氧发生器多采用脉冲电压放电技术将空气中一定量的氧电离分解形成臭氧，并配合先进的控制系统组成新型消毒器械。其主要结构包括臭氧发生器、专用配套电源、风机和控制器等部分。

第三节　常用化学消毒液配制与应用

目前市售消毒剂多以高浓度状态贮存和运输。在实际应用中，通常需要对其做不同程度的稀释，以满足不同的消毒要求。

常见的消毒剂使用浓度的表示方法有2种，即百分比浓度和百万分比浓度（ppm）。具体配制方法如下。

一、百分比浓度（%）消毒液配制

百分比浓度（%）是指100毫升溶液中所含溶质的克或毫升数。溶质的量可为质量（克）或容积（毫升）单位。

$$\text{消毒液浓度}=\frac{\text{溶质的克或毫升数}}{\text{溶液的毫升数}}\times 100\%$$

如欲配制75%的乙醇溶液100毫升。由上述公式计算乙醇需要量75%×100=75毫升。因市售乙醇溶液浓度一般为95%，故需取78.75毫升。加水量=100−78.75=21.25毫升。

即取市售乙醇溶液78.75毫升加水21.25毫升，即可配成75%乙醇溶液100毫升。

又如，配制0.1%的洗必泰溶液100毫升。洗必泰需要量=0.1%×100=0.1克。即取洗必泰0.1克，加水至100毫升，即可配成0.1%的洗必泰消毒溶液100毫升。

二、百万分比浓度（ppm）消毒液配制

用溶质质量或容积占全部溶液容积的百万分比来表示的浓度，称ppm浓度。ppm就是百万分率或百万分之几，现在一般不用。

如将1克高锰酸钾配成100ppm的使用溶液。即取1克高锰酸钾加水10升，即可配成100 ppm的使用溶液。

又如，用含有效氯20%的漂白粉配成含有效氯500ppm的漂白粉使用溶液100毫升。即取含有效氯20%漂白粉0.25克加水100毫升，即可配成含有效氯500ppm的漂白粉使用溶液。

三、标准漂白粉消毒液的配制与应用

（一）5%标准漂白粉溶液的配制

1. 含有效氯20%漂白粉5克加水100毫升，搅匀即得；若加入半

量氯化铵，硫酸铵和硝酸铵后，杀菌作用增强，又称漂白粉活性溶液。

2. 5%漂白粉精液：取 100 毫升水加 5 片（每片含 0.1 克）漂白粉精片即得。

配成后均应于 1～24 小时内使用，否则效果将大减。

（二）应用

1. 医学上的应用

（1）*皮肤消毒* 将 5%漂白粉标准溶液经过 20～500 倍稀释后与液体石蜡混合，制成皮肤消毒剂，适用于创伤、烧伤或粗糙皮肤表面的消毒。

（2）*口腔洗液* 氯消毒剂可作口腔洗液，即使浓度达到 1 250 毫克/升有效氯，对黏膜也无损害作用。

（3）*一般物品消毒* 若物品上无有机物污染，可用 100 毫克/升有效氯的消毒剂溶液进行消毒；若被有机物质污染的物品，应改用 500～2 000 毫克/升有效氯的氯消毒剂溶液消毒。

（4）*有机会接触血液的医护人员手的消毒* 可采用 1 000 毫克/升有效氯的优氯净或次氯酸钠溶液洗手，虽然这种浓度对手处理后有一定氯气味，但短时间后气味会很快消失。

2. 公共卫生方面的消毒

（1）*饮用水* 一般洁净的水可用含有 1 毫克/升左右有效氯的氯消毒溶液消毒 30 分钟后即可饮用。若水源不洁或野外取来的水，可用 10 毫克/升有效氯溶液消毒 30 分钟，这种浓度不仅能有效杀菌，还可杀死痢疾阿米巴虫包囊和甲型肝炎病毒。但用这种浓度的消毒溶液消毒过的水有一定氯味，必须在消毒水中加适量的硫代硫酸钠溶液以脱去氯味，使饮用者不致对氯反感。

（2）*池塘或河水* 一般按水质好坏或有机物含量决定使用有效氯剂量，如果水质较好，可用一般饮水消毒剂量，约 1 毫克/升有效氯即可。

（3）*公共场所的桌椅和人员接触的物品* 可用 150～300 毫克/升有效氯的消毒液消毒，若有严重污染，可增至 1 000～2 000 毫克/升有效氯消毒。

四、过氧乙酸消毒液的配制与应用

商品过氧乙酸一般含量为 16%～20%，也有含 30%或 40%的。

（一）配制

1. 16%～20%过氧乙酸简易合成法 取 300 毫升冰醋酸，放入 1 000 毫升的塑料瓶内，然后加入 15.8 毫升硫酸，轻轻摇匀后，加入 150 毫升过氧化氢，振摇使其混合均匀，室温下静置 72 小时，可使过氧乙酸浓度达到高峰。配成后加入 0.4% 8-羟基喹啉，作为稳定剂贮存于冰箱内备用。

2. 0.04%过氧乙酸溶液 20%过氧乙酸 2 毫升加蒸馏水 998 毫升混匀即得。

3. 0.2%过氧乙酸溶液 2%过氧乙酸 10 毫升加蒸馏水 990 毫升混匀即得。

4. 0.5%过氧乙酸溶液 20%过氧乙酸 25 毫升，加蒸馏水 975 毫升混匀即得。

（二）应用

由于过氧乙酸杀菌能力特别强，消毒速度又快，使用浓度很低，加上稀浓度的过氧乙酸毒性很低，因此很受兽医临床医生和防疫部门人员的欢迎。

1. 圈舍消毒 即采用 5%过氧乙酸喷雾消毒，每立方米按 2.5 毫升计算，经过 2 小时，该圈舍内即达到完全消毒。

用 5%过氧乙酸喷雾消毒圈舍内时，经过 2 小时，通风 15 分钟，室内各种物品、墙壁和家具都无腐蚀作用，而且可以用于食品加工车间的喷雾消毒。

2. 物品表面消毒，可采用喷雾、浸泡或擦拭三种方法进行

（1）稀浓度过氧乙酸不致损坏物品，可以采用浸泡消毒，如工作服、毛巾、餐具、体温计，压舌板、玻璃器皿、陶瓷制品等；也可用于橡胶制品，但浸泡时间不能过长。过氧乙酸对有色物品可产生褪色作用，故一般浸泡使用浓度为 0.1%～0.4%。

（2）不适合用于浸泡的物品，可采用擦拭法消毒，但对金属物品在消毒完成后必须用水冲洗干净擦干，以防其生锈。

（3）其他如鞋消毒、塑料制品和人造革表面消毒，肉类或鱼类表面消毒，都可用 0.005%～0.1%稀浓度过氧乙酸溶液消毒。

3. 手的消毒 用过氧乙酸作手的消毒，0.2%过氧乙酸溶液最适合于手的快速消毒，因其浓度对于皮肤无任何损伤作用，并且洗后气味消

失很快。如果用0.5%的浓度消毒，可发生皮肤脱屑现象。所以，一般认为0.2%～0.4%浓度最安全。

同时用过氧乙酸、煤酚皂水溶液和肥皂＋流水做手皮肤消毒比较，其灭菌效果以过氧乙酸效果最好，煤酚皂水溶液次之，肥皂＋流水效果最差。另外，因煤酚皂水溶液中存在有毒性的甲醛，可引起皮炎。

4. 饮水和污水的消毒 由于稀过氧乙酸及其分解产物没有毒性，可作为饮水消毒剂，消毒剂量为1毫克/升，经30分钟后可达到消毒目的，另一种用10毫克/升，经10分钟，也可使清净的水达到消毒。

污水消毒剂量是按污水污染程度决定的，一般采用剂量为饮水剂量加倍来消毒。

5. 治疗作用 过氧乙酸可用来预防和治疗食用动物的真菌感染性疾病。也可用来控制金黄色葡萄球菌感染和动物表皮上细菌的消毒。

五、75%乙醇消毒液的配制与应用

（一）配制

配制方法见百分比浓度乙醇溶液的配置。

（二）应用

1. 皮肤消毒 乙醇是卓越的皮肤消毒剂，又是脂溶剂，能除去皮肤上的细菌和油脂。因为人体皮肤温度较高，因此皮肤上乙醇很快挥发变干，便于医务人员采血或注射。但它的不足之处在于皮肤上的乙醇挥发速度较快，使消毒时间缩短，影响消毒效果。因此，使用乙醇消毒皮肤时，应多用一点乙醇，增加擦拭次数或延长擦拭时间，以弥补不足，达到可靠的消毒效果。

2. 器械灭菌 有效浓度的乙醇对刀片上的白色念珠菌、大肠杆菌、化脓性链球菌和绿脓杆菌，只要经过30秒至1分钟即能杀死，很少需要2分钟。对刀片上已经发生凝固的脓中细菌，只要延长到10分钟，足以将它们杀死。如果刀片上的血液已发生凝固，也只要5分钟就能将其中的细菌杀死。如果是破伤风梭菌、产气荚膜梭菌和炭疽杆菌等的芽孢污染，即使是浸泡在70%乙醇中经过18小时也不能将其杀死。

3. 体温计消毒 由于乙醇无毒、无色、无特殊气味，挥发快，不残留有毒有害物质，因此最适合用于体温计消毒。在体温计消毒前，先

用棉签将体温计上黏液擦去，然后浸泡在75%乙醇溶液中，经10分钟，取出后把体温计上乙醇甩干后即可使用。

4. 外科手术人员手的消毒 外科上常用75%～80%乙醇溶液对手进行消毒。一般在用肥皂和流水洗手后，浸泡于乙醇中，经10分钟能有效杀死皮肤上细菌，并能减少皮肤上活菌数，一般消除率可达80%～90%。

5. 表面消毒 用乙醇处理台面或其他物品表面，经一定的消毒时间后，可用水冲洗，不会遗留残余毒性，乙醇表面消毒是一种简便易行的消毒方法。对耐热的表面还可以采用燃烧的酒精棉球进行烧灼消毒。

六、煤酚皂消毒液的配制与应用

（一）配制

1. 2%煤酚皂溶液 取4毫升市售50%溶液，加蒸馏水96毫升，即得2%的溶液100毫升。

2. 5%煤酚皂溶液 取10毫升50%溶液加蒸馏水900升混匀，即得5%煤酚皂溶液100毫升。

（二）应用

一般多采用1%～5%浓度的煤酚皂水溶液浸泡、喷洒或擦拭被污染物品和笼器具等的表面，作用30～60分钟。对结核杆菌，用5%浓度作用1～2小时。为加强杀菌作用，可将药液加热至40～50℃。若用煤酚皂溶液浸泡金属器械，可加1.5%～2%碳酸氢钠作防锈剂。

皮肤消毒，可用1%～2%溶液浸泡。其消毒效果优于肥皂流水洗手，但远不及0.2%过氧乙酸溶液。

七、新洁尔灭消毒液的配制与应用

（一）配制

1. 0.1%新洁尔灭溶液100毫升 取市售5%新洁尔灭溶液2毫升，加蒸馏水98毫升混匀即可。

2. 0.5%新洁尔灭100毫升 取市售5%新洁尔灭溶液10毫升，加蒸馏水90毫升混匀即可。

3. 0.02%新洁尔灭溶液 取市售5%新洁尔灭溶液0.4毫升，加蒸馏水99.6毫升，混匀即得0.02%新洁尔灭溶液100毫升。

(二) 应用

在季铵盐类消毒剂中，由于新洁尔灭作用效果较差，刺激性强，有气味，已逐渐为其他高效消毒剂取代。

八、洗必泰消毒液的配制与应用

(一) 配制

1. 0.02%洗必泰溶液 先将4.54克硼酸和0.45克硼砂溶于660毫升热蒸馏水中，再加入洗必泰0.2克和氯化钠0.86克溶解，加蒸馏水至1 000毫升，即得0.02%洗必泰溶液。

2. 0.05%洗必泰溶液 先取11.36克硼酸和1.12克硼砂溶于660毫升热蒸馏水中，再依次加入洗必泰0.5克、氯化钠2.15克使其溶解；加蒸馏水至1 000毫升即得。

(二) 应用

洗必泰的杀菌谱与季铵盐类相似，但作用较强。因其毒性低，多用于临床皮肤、黏膜消毒。

九、碘消毒液的配制与应用

(一) 配制

1. 2%碘酊 先将碘化钾1.5克溶于48毫升蒸馏水中，再加2克碘，后加95%乙醇至100毫升即得。

2. 2%碘液 先把2.4克碘化钾溶于蒸馏水中，再加碘2克，后加蒸馏水至100毫升。

3. 0.1%碘液 用2%碘液50毫升加蒸馏水至1 000毫升即得。

4. 0.05%碘液 用2%碘液25毫升加蒸馏水至1 000毫升即得。

(二) 应用

碘溶液的杀菌效果比氯消毒剂强，常用于以下几方面。

1. 皮肤消毒 碘消毒剂常用于病畜手术部位皮肤或黏膜消毒，或

用其处理皮肤感染，再加上机械的摩擦，可以消除皮肤上大部分暂住细菌和一部分常住细菌。

各种创伤或感染部位皮肤的消毒，一般都采用杀菌力较强的2%碘酊。

抽取病畜血液部位、穿刺部位等，如抽取胸腔液、腹腔液、脊椎穿刺、体内各部位注射等消毒都要求非常严格，一般都采用杀菌力较强的2%碘酊溶液。

病畜口腔、咽喉部、阴道和创伤黏膜，一般采用0.05%～0.1%碘水溶液消毒，它刺激性小，可达到消毒部位灭菌，便于进行手术。

2. 手术器械和其他装备的消毒　碘消毒溶液已被推荐作为某些外科器械的紧急消毒液，特别适合于不耐热的物品消毒，例如导尿管、刀片、塑料制品、橡皮制品、刷子、安瓿、玻璃瓶等。一般采用0.2%～2%碘溶液，也可将外科手术后用过的器械或物品浸泡在碘溶液中进行消毒。

3. 肠线和外科缝线消毒　外科缝线的紧急处理，可用1%～2%碘水溶液进行灭菌，一般消毒4小时，不会影响其拉力，达到灭菌目的。

4. 临床体温计的消毒　消毒前将体温计上的黏液用布擦去，浸泡于1%碘酊中，经10分钟，消毒效果比单纯用乙醇消毒更为满意。

5. 饮水的消毒　在水中加入8毫克/升有效碘，经过10分钟，可杀死水中存在的致病菌，如果采用四甘氨酸氢过碘化物片剂，加入常温水中经10分钟就可以达到灭菌效果，若在冷水中需要20分钟，若要杀死水中出血热黄疸钩端螺旋体，只需要1毫克/升有效碘的碘消毒剂，经5分钟就能有效杀死。

十、高锰酸钾消毒液的配制与应用

（一）配制

1. 0.02%高锰酸钾溶液　取高锰酸钾1克，加蒸馏水5 000毫升溶解后即得。

2. 0.1%高锰酸钾溶液　取高锰酸钾1克，加蒸馏水1 000毫升，完全溶解后即得。

（二）应用

皮肤消毒的使用浓度为0.1%，黏膜消毒的使用浓度为0.01～

0.02%。若对污染物表面消毒，浓度为0.1%～0.2%。

消毒青饲料的使用浓度0.1%，作用时间为10～60分钟，处理后，必须用清水冲净，才能保证动物安全食用。此外，除臭可用0.1%～1%高锰酸钾水溶液；还可将高锰酸钾加入福尔马林溶液中，可氧化甲醛而产生热，使甲醛挥发，可消毒圈舍和动物房等。

若用于动物的外阴部冲洗，可采用0.01%～0.02%高锰酸钾水溶液。高锰酸钾水溶液只能当外用药使用，对人基本无害。

十一、戊二醛消毒液的配制与应用

（一）配制

1. 碱性戊二醛 取酸性25%戊二醛1份+11.5份水，再加入0.3% $NaHCO_3$，调节pH至7.5～8.5，即配成含2%碱性戊二醛溶液。因稳定性差，溶液可保持1周。

2. 强化酸性戊二醛 在2%戊二醛溶液中加入0.25%聚氧乙烯脂肪醇醚。此类复方溶液仍保持酸性（pH3.4），稳定性好，室温下贮存18个月，杀菌能力不减。

3. 中性戊二醛 将强化酸性戊二醛经碳酸氢钠调整pH至7.0，即得中性戊二醛。中性戊二醛溶液稳定性比碱性溶液好，但不及酸性强化戊二醛，在室温下可反复使用3周；对金属的腐蚀性比酸性强化戊二醛弱。

（二）应用

戊二醛消毒在医学领域中的应用日益增加，从20世纪60年代开始，将2%碱性戊二醛溶液作为临床和实验室器械的消毒，并取得了满意的效果。它的使用方法如下：

1. 将戊二醛原液稀释到浓度为2%的水溶液，再加入0.3%（重量）碳酸氢钠，使其变成2%碱性戊二醛溶液。

2. 将需要消毒的器械，用水冲洗干净后，放入2%碱性戊二醛溶液中。

3. 若要杀灭一般细菌，只要浸泡30分钟就可以达到消毒。

4. 从容器中取出器械后，由于戊二醛本身也有一定毒性，应采用无菌水冲洗干净后才能应用，否则对机体有损害。

十二、甲醛消毒液的配制与应用

（一）配制

配制 4%或 8%甲醛水溶液，是指该溶液中含有 4%或 8%甲醛成分，不是含有 4%福尔马林溶液。福尔马林溶液中一般含有 37%～40%甲醛。

例如，用含 37%甲醛的福尔马林溶液配制 4%甲醛水溶液，应按下式计算：37/4－1＝9.25－1＝8.25。即将 1 份含有 37%甲醛的福尔马林溶液加 8.25 份水，即成 4%甲醛水溶液。

（二）应用

甲醛消毒有如下优点：工业品甲醛，价格便宜，熏蒸时不致损坏衣服、家具、皮革、橡胶、油漆和金属，特别适用于不耐热的物品，如毛毯、鞋、呼吸器和塑料导管等。

缺点是：用甲醛气体消毒圈舍或实验室时，它的气味和刺激性会遗留很久，不易除去，而且含有毒性，有可能是一种致癌物质。目前，医院内很少使用甲醛消毒，用过氧乙酸来取代，且杀菌效果优越，短时间气味即迅速消失。

1. 手术室或实验室消毒　手术室或实验室消毒可采用福尔马林或多聚甲醛加热，产生甲醛气体。一般使用剂量如下：福尔马林为 20～25 毫升/米^3。多聚甲醛为 15 克/米^3。福尔马林用一定量的水加热即可；多聚甲醛在电热锅上加热后使其气化。消毒的同时，要求相对湿度在 80%～90%，温度在 18～20℃以上。杀灭细菌需 1～2 小时，杀死芽孢则需要 12～24 小时。

2. 器械和物品消毒　消毒物品（如器械）可放在电热锅中进行，消毒时间在 3 小时以上。若消毒皮张或毛发等软质物品，应挂起或摊开，使其各个面都能接触到甲醛气体，其用量为 35～50 毫升/米^3。将福尔马林先放在消毒柜的底部，随后通入少量蒸汽，使柜内相对湿度保持在 70%以上，同时将蒸汽通入夹层内，使柜室温度保持在 100℃左右，消毒时间 3 小时以上，可以达到消毒效果。

（李玉峰）

第六章 消毒剂有效成分的测定与消毒效果的评价

第一节 化学消毒剂有效成分的测定

一、有效氯含量的测定

有效氯的测定包括最经典的碘量法和快速试纸法。

（一）碘量法

1. 试剂 2 摩尔/升硫酸、10%碘化钾、0.5%淀粉、0.05 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液。

2. 方法

（1）取液体含氯消毒剂 1.0 毫升于 250 毫升容量瓶中，加蒸馏水至刻度，混匀。准确称取固体含氯消毒剂 1 克（精确至 0.001），研磨后以蒸馏水溶解，转入 250 毫升容量瓶中（若有效氯含量预计<70%，则用 100 毫升容量瓶），称量杯及研钵用蒸馏水洗 3 次，洗液全部转入容量瓶中。

（2）向 100 毫升碘量瓶中加入 2 摩尔/升硫酸 10 毫升、10%碘化钾 10 毫升和混匀的消毒液 5 毫升。盖紧瓶盖，振摇混匀后，加蒸馏水数滴于碘量瓶盖缘，置暗处 5 分钟。打开盖，让瓶盖蒸馏水流入瓶中。用硫代硫酸钠标准溶液（装于 25 毫升滴定管中）滴定游离碘，边滴边摇匀。待溶液呈淡黄色时，加入 0.5%淀粉溶液 10 滴，溶液立即变为蓝色，继续滴定至蓝色消失，记录用去的硫代硫酸钠溶液的总量。重复测 3 次，取 3 次平均值进行计算。

3. 计算 由于 1.0 毫升 1 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液相当于 0.035 5 克有效氯，故可按下式计算有效氯含量

$$有效氯含量=\frac{M\times V\times 0.0355}{W}\times 100\%$$

式中 M——硫代硫酸钠标准溶液的摩尔浓度；

V——滴定所用的硫代硫酸钠标准溶液毫升数；

W——碘量瓶中所含消毒剂原药克数（溶液消毒剂则为毫升数）。

（二）试纸法

1. 试纸性能　反应范围：10～50 000ppm*。比色范围：10～20 000ppm。反应颜色：淡黄→黄→橙→橙红→棕→褐色。5 000～50 000ppm则为黑褐色→紫黑色。反应稳定时间达20分钟以上。标准比色板为10、25、50、100、150、200、300、500、1 000、2 000ppm。

2. 使用方法　测试时一手握试纸盒，拇指压住试纸于出口处，另一手拉出纸条，在楔状齿上割断，浸入消毒液后立即取出，与标准比色板上的色块进行比色。

二、有效碘含量的测定

1. 试剂　0.5%淀粉溶液、浓醋酸和0.1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液。

2. 方法　向100毫升碘量瓶中精确加含碘消毒剂样液5.0毫升及醋酸1滴。用0.1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液滴定（通常用25.0毫升滴定管，若预计有效碘浓度>5%时，用50.0毫升滴定管），边滴边摇匀。待溶液呈淡黄色时，加入0.5%淀粉溶液10滴（溶液立即变蓝色），继续滴定至蓝色消失，记录用去的硫代硫酸钠总量。重复测3次，取3次平均值进行以下计算。

3. 计算　由于1.0毫升1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液相当于0.126 9克有效碘，可按下式计算有效碘含量。

$$有效碘含量=\frac{M\times V\times 0.126\,9}{W}\times 100\%$$

式中 M——硫代硫酸钠标准溶液摩尔浓度；

V——滴定用硫代硫酸钠标准溶液毫升数；

W——碘量瓶中所含消毒剂原药克数（液体消毒剂则为毫升数）。

三、过氧乙酸浓度的测定

1. 试剂　2摩尔/升硫酸、10%碘化钾、0.01摩尔/升高锰酸钾、

* ppm为非法定计量单位ppm为百万分之一。因生产实践中已习惯应用，本书暂保留。

10.0%硫酸锰溶液、3.0%钼酸铵、0.5%淀粉溶液、0.05 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液。

2. 方法 取 1.0 毫升过氧乙酸样液加入于 100.0 毫升容量瓶中，用蒸馏水稀释至刻度后摇匀，即为过氧乙酸稀释液。向 100.0 毫升碘量瓶中加入 2.0 摩尔/升硫酸 5.0 毫升、10.0%硫酸锰溶液 3 滴、混匀的过氧乙酸稀释液 5.0 毫升，摇匀后用 0.01 摩尔/升高锰酸钾溶液滴定至溶液呈粉红色。随即加入 10.0%碘化钾溶液 10.0 毫升与 3.0%钼酸铵 3 滴，摇匀并用 0.05 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液滴定至淡黄色。加入 0.5%淀粉溶液 3 滴，继续用硫代硫酸钠滴定至蓝色消失。记录硫代硫酸钠标准溶液的用量。重复试验 3 次，取 3 次平均值进行计算。

3. 计算 由于 1.0 毫升 1.0 摩尔/升硫代硫酸钠相当于 0.038 0 克过氧乙酸，按下式计算过氧乙酸含量。

$$\text{过氧乙酸浓度}\ (W/V) = \frac{M \times V \times 0.038\,0}{W} \times 100\%$$

式中 M——硫代硫酸钠标准溶液摩尔浓度；

V——滴定中消耗硫代硫酸钠标准溶液毫升数；

W——碘量瓶中所含过氧乙酸样液毫升数。

四、过氧化氢浓度的测定

1. 试剂 2.0 摩尔/升硫酸与 10.0%硫酸镁溶液。配制并标定 0.02 摩尔/升高锰酸钾标准溶液。

2. 方法 用移液管吸取市售的过氧化氢样品 2 毫升，置于 250 毫升容量瓶中，加水稀释至刻度，充分混合均匀。再吸取稀释液 25.00 毫升，置于 250 毫升锥形瓶中，加水 20～30 毫升和 2 摩尔/升硫酸 20 毫升，用高锰酸钾标准溶液滴定至溶液呈粉红色并经 30 秒不褪色，即为终点，记录高锰酸钾用量。重复测 3 次，取 3 次平均值进行计算。根据高锰酸钾标准溶液用量，计算未经稀释的样品中过氧化氢的质量浓度（毫克/升）。

3. 计算 1.0 毫升 1 摩尔/升高锰酸钾标准溶液相当于 0.085 05 克过氧化氢，可按下式计算过氧化氢含量。

$$\text{过氧化氢浓度}\ (W/V) = \frac{M \times V \times 0.085\,05}{W} \times 100\%$$

式中 M——高锰酸钾标准溶液摩尔浓度；

V——滴定所用的高锰酸钾标准溶液毫升数；

W——碘量瓶中过氧化氢样液毫升数。

五、甲醛含量的测定

1. 试剂　5%氢氧化钠溶液、稀盐酸溶液（1份盐酸加2份蒸馏水）与0.5%淀粉溶液。配制并标定0.1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液与0.05摩尔/升碘标准溶液。

2. 方法　取1.0毫升甲醛样液于100.0毫升容量瓶中，用蒸馏水稀释至刻度，混匀。向碘量瓶加入5%氢氧化钠10.0毫升和混匀的甲醛稀释液5.0毫升，再自25.0毫升滴定管中缓慢加入0.05摩尔/升碘标准溶液20.0毫升，边加边摇匀，至溶液呈鲜黄色。精确记录用去碘标准溶液的毫升数。盖上碘量瓶盖并加蒸馏水于盖缘，放置20分钟后，加入25.0毫升稀盐酸，并用0.1摩尔/升硫代硫酸钠溶液滴定至溶液呈淡黄色。加入0.5%淀粉溶液10滴（溶液立即变蓝色），继续用硫代硫酸钠滴定至蓝色消失。记录硫代硫酸钠总用量。重复测3次，取3次的平均值进行计算。

3. 计算　因1.0毫升1.0摩尔/升碘标准溶液相当于0.01501克甲醛，可按下式计算甲醛的含量：

$$V_{IS}=\frac{M_S\times V_S}{2M_I}\qquad\qquad V_{IF}=V_I-V_{IS}$$

$$\text{甲醛含量}(W/V)=\frac{M_I\times V_{IF}\times 0.01501}{0.050}\times 100\%$$

式中　V_{IS}——与硫代硫酸钠反应的碘溶液的毫升数；

M_S——硫代硫酸钠溶液摩尔浓度；

V_S——滴定中消耗的硫代硫酸钠毫升数；

M_I——碘溶液的摩尔浓度；

V_I——滴定中消耗的碘溶液毫升数；

V_{IF}——与甲醛反应消耗的碘溶液的毫升数；

0.050——碘量瓶中所含甲醛溶液毫升数。

六、戊二醛含量的测定

1. 试剂　6.5%三乙醇胺溶液、0.04%溴酚蓝乙醇溶液、盐酸羟胺中性溶液（17.5克盐酸羟胺加蒸馏水75.0毫升溶解，并加异丙醇稀释至500.0毫升摇匀。加0.04%溴酚蓝乙醇溶液15.0毫升，用6.5%三乙醇胺溶液滴定至溶液显蓝绿色）。配制并标定0.25摩尔/升硫酸标准

溶液。

2. 方法 取戊二醛消毒液样品 10.0 毫升（非消毒浓度的溶液需用 100.0 毫升容量瓶稀释后取样）置 250.0 毫升碘量瓶中，精确加入 6.5%三乙醇胺溶液 20.0 毫升与盐酸羟胺中性溶液 25.0 毫升摇匀。静置反应 1 小时后，用 0.25 摩尔/升硫酸标准溶液滴定。待溶液呈蓝绿色，记录硫酸标准溶液用量。同时以不含戊二醛的三乙醇胺、盐酸羟胺中性溶液作空白对照，重复上述操作。重复测 3 次，取其平均值进行计算。

3. 计算 由于 1.0 毫升 1.0 摩尔/升的硫酸标准溶液相当于 0.050 克戊二醛，因此可按下式计算戊二醛的含量。

$$\text{戊二醛含量}(W/V) = \frac{M \times (V_2 - V_1) \times 0.050}{W} \times 100\%$$

式中 M——硫酸标准溶液摩尔浓度；

V_1——样品滴定中用去的碘标准溶液毫升数；

V_2——空白对照滴定中用去的碘标准溶液毫升数；

W——戊二醛样品毫升数。

七、乙醇浓度的测定

选择合适容量的量筒，在量筒中加入适量乙醇样液，其量为比重计放入后能充分浮起为宜。将比重计下按后，缓慢放手，当其上浮静止且溶液中无气泡时，读取液面处比重计刻度即为其百分浓度。

八、二氧化氯浓度的测定

1. 试剂 10%丙二酸、2 摩尔/升硫酸、10%碘化钾、0.05 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液、0.5%淀粉。

2. 方法 准确吸取待检样品 1.0 毫升，加入盛有 100.0 毫升去离子水的碘量瓶中，再加入 10%丙二酸 2.0 毫升混匀，反应 2 分钟后，加 2.0 摩尔/升硫酸及 10%碘化钾各 10.0 毫升，盖好盖后振摇混匀，加蒸馏水数滴于碘量瓶边缘，置暗处 5 分钟。用硫代硫酸钠标准溶液滴定游离状态的碘，边滴边摇匀。待溶液呈淡黄色时，加入 0.5%淀粉溶液 10 滴，溶液立即变蓝色，继续滴定至蓝色消失，记录用去硫代硫酸钠标准溶液的毫升数。重复测 3 次，取 3 次平均值进行计算。

3. 计算 1.0 毫升 1.0 摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液相当于 13.49 毫克二氧化氯，按以下公式计算其含量。

$$二氧化氯含量(W/V)=\frac{M\times V\times 13.49}{W}\times 100\%$$

式中　M——硫代硫酸钠标准溶液摩尔浓度；

V——样品消耗硫代硫酸钠标准溶液毫升数；

W——样品毫升数。

九、臭氧浓度的测定

1. 试剂　3.0摩尔/升硫酸、20%碘化钾溶液、0.5%淀粉溶液。配制并标定0.1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液。

2. 方法　在500.0毫升具塞锥形瓶中加入蒸馏水350.0毫升与20.0%的碘化钾溶液20.0毫升，然后将臭氧发生器的排气管通入锥形瓶液面以下，打开排气阀，采集臭氧气体1～2升后，关闭排气阀。向具塞锥形瓶中加入3.0摩尔/升硫酸5.0毫升，塞好瓶口，静置5分钟。用0.1摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液滴定至溶液呈淡黄色时，加0.5%淀粉溶液1.0毫升，继续滴定至无色。记录所用的硫代硫酸钠的用量。试验重复3次，取3次测定平均值进行计算。

3. 计算　1.0毫升1.0摩尔/升硫代硫酸钠标准溶液相当于24.00毫克臭氧，因此按下式计算臭氧浓度。

$$臭氧浓度(mg/L)=\frac{M\times V\times 24.00}{W}\times 100\%$$

式中　M——硫代硫酸钠标准溶液摩尔浓度；

V——滴定所消耗的硫代硫酸钠标准溶液毫升数

W——臭氧气体采样升数。

十、环氧乙烷含量的测定

1. 试剂　0.5%甲基橙溶液及盐酸—氯化镁溶液（0.2摩尔/升盐酸中加入$MgCl_2\cdot 6H_2O$ 120克，溶解并稀释至100.0毫升）。配制并标定0.1摩尔/升氢氧化钠标准溶液。

2. 方法　在40.0毫升容量瓶中加入20.0毫升盐酸—氯化镁溶液，塞好瓶塞后称重。于冰瓶中取出装有环氧乙烷的容器，吸取3到4滴环氧乙烷溶液，（约3～4毫克）快速放入容量瓶中，塞好瓶塞，混匀称重，两次重量差即为环氧乙烷样品重量。然后加入0.5%甲基橙溶液1滴作为指示剂，用0.1摩尔/升的氢氧化钠标准溶液进行滴定，当红色溶液变为黄色时，记录氢氧化钠用量，重复3次，取其平均值进行计

算。同时以蒸馏水代替环氧乙烷作空白对照，重复上述操作。

3. 计算 1.0毫升1.0摩尔/升氢氧化钠标准溶液相当于0.044克环氧乙烷，可按下式计算其含量。

$$环氧乙烷含量(W/W)=\frac{M\times(V_2-V_1)\times0.044}{W}\times100\%$$

式中 M——氢氧化钠溶液摩尔浓度；

V_1——样品滴定中消耗的氢氧化钠溶液毫升数；

V_2——空白对照滴定中消耗的氢氧化钠溶液毫升数；

W——环氧乙烷样品克数。

十一、醋酸洗必泰含量的测定

1. 试剂 甲基橙饱和丙酮溶液（0.1克甲基橙加约50.0毫升丙酮，振动使溶解成饱和溶液）。备冰醋酸和醋酐，配制并标定0.1摩尔/升高氯酸标准溶液。

2. 方法 取醋酸洗必泰0.15克（精确至0.001克），加入到含丙酮30.0毫升与冰醋酸2.0毫升的100.0毫升碘量瓶中，振荡使溶解后，加甲基橙饱和丙酮溶液1.0毫升，用高氯酸标准溶液滴定。待溶液呈橙色，记录高氯酸标准溶液的用量，重复测3次，取平均值进行计算。同时以不含洗必泰的丙酮与冰醋酸溶液作空白对照，重复上述操作。

3. 计算 1.0毫升1.0摩尔/升高氯酸标准溶液相当于0.312 8克醋酸洗必泰，按下式计算其含量。

$$醋酸洗必泰含量(W/W)=\frac{M\times(V_2-V_1)\times0.312\,8}{W}\times100\%$$

式中 M——高氯酸标准溶液摩尔浓度；

V_2——样品滴定中消耗的高氯酸溶液毫升数；

V_1——空白对照滴定中消耗的高氯酸溶液毫升数；

W——醋酸洗必泰样品克数。

十二、新洁尔灭含量的测定

1. 试剂 配制氢氧化钠试剂（4.3克氢氧化钠加蒸馏水溶解成100.0毫升溶液）、溴酚蓝指示液（0.1克溴酚蓝加0.5摩尔/升氢氧化钠溶液3.0毫升，溶解，再加蒸馏水至200.0毫升）、氯仿。配制并标定0.02摩尔/升四苯硼钠标准溶液。

2. 方法 取新洁尔灭样品0.250克（如果为溶胶，取5.0毫

升)，置 250.0 毫升碘量瓶中。加蒸馏水 50.0 毫升与氢氧化钠试剂 1.0 毫升，摇匀。再加溴酚蓝指示液 0.4 毫升与氯仿 10.0 毫升。用四苯硼钠标准溶液滴定，边滴边摇匀，接近终点时需强力振摇。待氯仿层的蓝色消失，记录四苯硼钠的用量。重复 3 次，取 3 次平均值进行计算。

3. 计算　1.0 毫升 1.0 摩尔/升四苯硼钠标准溶液相当于0.398 45 克新洁尔灭，按下式计算新洁尔灭含量。

$$新洁尔灭含量(W/W) = \frac{M \times V \times 0.398\ 45}{W} \times 100\%$$

式中　M——四苯硼钠标准溶液摩尔浓度；

V——滴定中消耗的四苯硼钠标准溶液毫升数；

W——碘量瓶中新洁尔灭样品克数或毫升数。

第二节　标准溶液的配制与标定

下列所有标准溶液的标定，精确度均要求至 0.001 摩尔/升。

一、硫代硫酸钠标准溶液

1. 配制 0.05 摩尔/升和 0.1 摩尔/升的硫代硫酸钠溶液时，分别称取 13.0 克与 26.0 克硫代硫酸钠，溶于 1 000.0 毫升蒸馏水中，加约 0.2 克无水碳酸钠于棕色瓶中，置暗处 2 天后标定其浓度。

2. 标定浓度时，称取经 130℃烘干 3 小时的分析纯重铬酸钾 0.1 克(精确至 0.001 克)，置于 250 毫升碘量瓶中，加蒸馏水 40.0 毫升溶解，加 2.0 摩尔/升硫酸 15.0 毫升和 10%碘化钾溶液 10.0 毫升，塞好塞子后混匀，加蒸馏水数滴于碘量瓶盖缘，置暗处 5 分钟后，加入 90.0 毫升蒸馏水，用装于 50.0 毫升酸式滴定管中的硫代硫酸钠溶液滴定至溶液呈淡黄色，加 0.5%淀粉溶液 10 滴（溶液立即变蓝)，继续滴定至溶液由蓝色变为亮绿色，记录硫代硫酸钠总用量，按下式计算硫代硫酸钠浓度。

$$硫代硫酸钠摩尔浓度 = \frac{碘量瓶中重铬酸钾克数}{0.49 \times 滴定中用去的硫代硫酸钠毫升数}$$

二、碘标准溶液

1. 配制 0.05 摩尔/升和 0.1 摩尔/升的碘标准溶液时，分别称取 6.5 克碘片、18.0 克碘化钾与 13.0 克碘片、36 克碘化钾，溶于

1 000.0毫升蒸馏水中，加浓盐酸 3 滴，混匀，装于棕色瓶中，保存于暗处。

2. 标定浓度时，向 100.0 毫升碘量瓶中加已知浓度的硫代硫酸钠标准溶液 25.0 毫升及 0.5%淀粉溶液 2.0 毫升摇匀，用装于 25.0 毫升酸式滴定管中的碘溶液滴定至溶液变成蓝色，记录用去的碘溶液毫升数，按下式计算碘溶液的摩尔浓度。

$$\text{碘溶液摩尔浓度} = \frac{25 \times \text{硫代硫酸钠溶液摩尔浓度}}{\text{碘溶液毫升数}}$$

三、高锰酸钾标准溶液

1. 配制 0.02 摩尔/升高锰酸钾标准溶液时，称取 3.3 克高锰酸钾，溶于 1 000.0 毫升蒸馏水中，煮沸 15 分钟，冷却后装于玻璃瓶中，塞紧塞子，静置 2 天后用石棉过滤，将滤液混匀装瓶保存。

2. 标定浓度时，称取经 105℃烘干至恒重的草酸钠 0.2 克（精确至 0.001 克）置烧杯中，加蒸馏水 250.0 毫升溶解后，加硫酸 10.0 毫升，置水浴上加热至 70℃，边加入高锰酸钾溶液边搅拌。待溶液变成粉红色并持续 30 秒不褪色时（此时温度仍小于 60℃），记录用去的高锰酸钾溶液毫升数，用下式计算其浓度。

$$\text{高锰酸钾溶液摩尔浓度} = \frac{\text{草酸钠克数}}{0.335\,0 \times 5 \times \text{高锰酸钾溶液毫升数}}$$

四、氢氧化钠标准溶液

1. 配制 0.1 摩尔/升氢氧化钠标准溶液时，称取 4.5 克氢氧化钠溶于 1 000.0 毫升蒸馏水中。装于瓶中，用橡皮塞塞紧，静置数日，如果有沉淀，则将上清转入另一带橡皮塞瓶中贮存。

2. 标定浓度时，称取经 105℃烘干至恒重的苯二甲酸氢钾 0.4 克（精确至 0.001 克），置于 250.0 毫升碘量瓶中，加蒸馏水 50.0 毫升溶解，加 2 滴酚酞指示剂（1.0 克酚酞加乙醇溶液 100.0 毫升），用氢氧化钠溶液（装于 25.0 毫升碱式滴定管中）滴定，待溶液呈红色时，记录消耗的氢氧化钠溶液毫升数，按下式计算浓度。

$$\text{氢氧化钠溶液摩尔浓度} = \frac{\text{苯二甲酸氢钾克数}}{0.204\,42 \times \text{氢氧化钠溶液毫升数}}$$

五、高氯酸标准溶液

1. 配制 0.1 摩尔/升高氯酸溶液时，取冰醋酸 750.0 毫升，缓缓加

入高氯酸（浓度为70%～72%）8.5毫升，振摇混匀，在室温下缓缓滴加醋酐23.0毫升后摇匀，待冷却后，加冰醋酸使成1 000.0毫升溶液，摇匀，放置24小时后标定浓度。

2. 标定浓度时，称取经105℃烘干至恒重的苯二甲酸氢钾0.16克（精确至0.001克）至100.0毫升碘量瓶中，加冰醋酸20.0毫升使溶解，加结晶紫指示液1滴（0.5克结晶紫用冰醋酸溶解成100.0毫升），用配制的高氯酸溶液进行滴定，待溶液由紫色变为蓝绿色时，记录用去的高氯酸溶液毫升数，同时用不含苯二甲酸氢钾的冰醋酸重复上述操作（空白对照），按下式计算高氯酸溶液含量。

$$\text{高氯酸溶液摩尔浓度}=\frac{\text{苯二甲酸氢钾克数}}{0.204\,42\times\text{样品组与空白组消耗的高氯酸溶液毫升数的差值}}$$

六、四苯硼钠标准溶液

1. 配制0.02摩尔/升四苯硼钠标准溶液时，称取四苯硼钠约7克，精确至0.01克。加水50毫升，微热助溶，加硝酸铝0.5克，振摇5分钟，加水250毫升，再加入氯化钠16.6克，溶解后静置30分钟，用双层定量中速滤纸过滤，加水600毫升，用氢氧化钠调pH为8～9，加水至1 000毫升，过滤，溶液置于棕色瓶中备用，有效期为6个月。

2. 标定浓度时，精确量取本溶液10.0毫升，加醋酸—醋酸钠缓冲液（pH3.7，取无水醋酸钠20.0克，加蒸馏水300.0毫升溶解，加溴酚蓝指示剂1.0毫升与冰醋酸60～80毫升至溶液由蓝色变为纯绿色，再加水稀释至1 000.0毫升）10.0毫升与溴酚蓝指示液0.5毫升，用0.01摩尔/升烃铵盐溶液（精确称取3.400 1克干燥至恒重的氯化二甲基烃铵，加蒸馏水溶解，再加醋酸—醋酸钠缓冲液10.0毫升，以蒸馏水稀释至1 000.0毫升）滴定至蓝色。同时进行不含本溶液的空白滴定，因1.0毫升1.0摩尔/升四苯硼钠标准溶液相当于1.0摩尔/升烃铵盐标准溶液，因此，可按下式计算浓度。

$$\text{四苯硼钠溶液摩尔浓度}=\frac{\text{样品组与空白组消耗的烃铵盐溶液毫升数差值}\times 0.01}{10}$$

七、烃铵盐标准溶液

1. 配制0.1摩尔/升烃铵盐标准溶液时，取氯化二甲基苄基烃铵3.8克，加蒸馏水使之溶解，再加醋酸—醋酸钠缓冲液10.0毫升，并

加蒸馏水稀释至 1 000.0 毫升，摇匀。

2. 标定浓度时，取经 150℃烘干 1 小时的分析纯氯化钾 0.18 克（精确至 0.001 克），置 250.0 毫升容量瓶中，加醋酸—醋酸钠缓冲液使之溶解并稀释至刻度，摇匀。精确取稀释液 20.0 毫升，置 50.0 毫升碘量瓶中，精确加 0.02 摩尔/升四苯硼钠溶液 25.0 毫升，再加蒸馏水至刻度，摇匀后经干燥滤纸过滤，弃去初滤液，精确取后续滤液 25.0 毫升，置 250.0 毫升碘量瓶中，加溴酚蓝指示液 0.5 毫升，用配制的烃铵盐溶液滴定。待溶液呈蓝色时，记录消耗的烃铵盐溶液的毫升数。同时用不含氯化钾的醋酸—醋酸钠缓冲液作空白对照，重复上述操作。因 1.0 毫升 1.0 摩尔/升烃铵盐标准溶液相当于 0.074 55 克氯化钾，因此，可按下式计算烃铵盐溶液的浓度。

$$\text{烃铵盐溶液摩尔浓度} = \frac{\text{氯化钾克数}}{0.074\,55 \times \begin{matrix}\text{样品组与空白组消耗的}\\ \text{烃铵盐溶液毫升数差值}\end{matrix}}$$

八、硫酸标准溶液

1. 配制 0.25 摩尔/升硫酸标准溶液时，取 15.0 毫升硫酸，沿管壁缓缓加入盛有蒸馏水的烧杯中，待溶液温度降至室温，再加蒸馏水稀释至 1 000.0 毫升，摇匀。

2. 标定浓度时，称取经 270～300℃烘干至恒重的基准无水碳酸钠 0.8 克（精确至 0.001 克），置 250.0 毫升碘量瓶中，加蒸馏水 50.0 毫升使之溶解。加甲基红—溴甲酚绿指示液（0.1%甲基红乙醇溶液 20.0 毫升与 0.2%溴甲酚绿乙醇溶液 30.0 毫升混匀）10 滴，用配制的硫酸溶液滴定。待溶液由绿色转为暗紫色时，煮沸 2 分钟。冷却至室温后，继续滴定至溶液由绿色变为暗紫色，记录消耗的硫酸溶液总毫升数。因为 1.0 毫升 1.0 摩尔/升硫酸标准溶液相当于 0.106 0 克无水碳酸钠，因此，按下式计算硫酸溶液浓度。

$$\text{硫酸溶液摩尔浓度} = \frac{\text{无水碳酸钠克数}}{0.106\,0 \times \text{硫酸溶液毫升数}}$$

九、配制标准溶液时的注意事项

1. 碘化钾溶液应当天配制，配制的碘化钾溶液及所用的固体碘化钾易被空气氧化，每次取用后应及时密封，一旦变成黄色则不可再用。

2. 用硫代硫酸钠滴定需加淀粉指示剂时，一定待溶液呈淡黄色再加，过早加入淀粉溶液，游离碘易于与淀粉生成过多的碘淀粉吸附产

物，影响终点的准确。

3. 测定时宜按规定浓度与量加药品与试剂，以免因滴定管液体用完仍反应不完全而导致滴定结果不准确。

4. 所用器材均需清洗干净，再用蒸馏水冲洗 3 遍。

5. 所用量器不得随意加热，容量瓶严禁加热。

（李玉峰）

第三节　消毒效果的评价

一、空气消毒效果的评价

（一）采样时间

一般应选择在消毒灭菌处理完成之后的时间段。还可以按预定计划进行常规检测，定期、定时对空气进行样品的采集。但要注意在采样前，应关好门窗，在无人走动的情况下，静止 10 分钟后，进行采样。

（二）采样

空气消毒效果评价指标菌有空气中自然菌、空气指示菌（白色葡萄球菌、溶血性链球菌等）。

1. 仪器采样法（空气撞击法）　目前国内常用的空气微生物采样器主要有 JWL 型空气采样器、LWC－1 型采样器和 Anderson 采样器等。

（1）采样皿制作　将仪器专用培养皿彻底洗涤干净，晾干，高压蒸汽灭菌后备用，将熔化后冷却至 45～50℃已灭菌的营养琼脂培养基倒入备用的培养皿中，以自然铺满底部为宜，制成营养琼脂培养皿，冷却凝固后倒置于 37℃培养箱内，培养 24 小时，挑选无菌生长的培养皿使用。

（2）采样点的选择及采样高度　圈舍或居室面积小于 15 米^2 的密闭间，只在室中央设 1 个点；面积小于 30 米^2 的房间，在房间的对角线上选取内、中、外 3 点；面积大于 30 米^2 的房间内设 5 个点，即房间的四个角和室中央各设一点；面积更大的场所可在相应的方位上适当增加采样点。采样高度一般为 1.2～1.5 米，四周各点距墙 0.5～1.0 米。

（3）采样时间　根据消毒前采样及消毒后不同时间段进行采样。其

中消毒前采样的目的是了解消毒前空气中微生物水平；消毒后采样目的是了解消毒后空气中微生物的水平。

(4) 采样及培养　按照采样器说明进行采样，待采样结束后关闭电源，取出采样培养皿，置于37℃温箱内培养24～48小时，观察结果并记录培养皿上菌落数（CFU)。

(5) 菌落数计算　$$每立方米菌落数=\frac{培养皿菌落数\times 1\,000}{流量\times 采样时间}$$

2. 沉降平板法（自然沉降法）

(1) 采样皿制作　将灭菌后的普通营养琼脂培养基熔化后，冷却至45～50℃，倒入无菌培养皿内，每个培养皿15～20毫升。室温下冷却凝固后，倒置于37℃温箱内培养24小时，挑选无菌生长的培养皿使用。

(2) 采样点的选择　见空气撞击法。

(3) 采样时间　根据消毒前及消毒后不同时间段进行采样。

(4) 采样培养皿的放置　将采样培养皿编号后，放置于相应的采样点上，然后根据室内实际布局，由内向外，按次序打开采样培养皿。将培养皿盖扣放于采样培养皿端口边缘，严禁将盖口朝上，使其直接暴露于空气中，这样会影响采样结果。

(5) 采样　应根据所暴露环境的实际情况决定。越洁净的地方采样暴露时间越长，以期得到更准确的结果。普通场所暴露5～30分钟，一般多采用15分钟，污染较严重的地方，如动物的圈舍等暴露5分钟即可。并注意消毒前后暴露时间的一致。

(6) 培养和结果计算　待采样结束后，将培养皿盖盖好，反转，放于37℃温箱中培养24～48小时，观察记录培养皿上菌落数（CFU)。

该方法不适合洁净的室内空气采集，结果偏低，误差大；作为空气消毒方法考核误差也较大。由于其使用简便、经济，主要用于基层。

（三）效果评价

1. 细菌总数　根据不同场所空气细菌总数的国家卫生标准来判定其消毒是否合格。

2. 杀灭率

$$杀灭率=\frac{消毒前菌落数-消毒后菌落数}{消毒前菌落数}\times 100\%$$

（四）注意事项

1. 测定空气中的溶血性链球菌和绿色链球菌时，需用血液琼脂培

养基制成的培养皿，采样后，30℃温箱培养 24～72 小时，其他操作步骤与计算不变。

2. 在用沉降平板法采样时，其采样点的选择应尽量避开空调、门窗等气流变化较大的地方。各个采样过程中动作应轻缓，避免造成尘土飞扬，同时注意整个过程无菌操作。

二、饮用水消毒效果的评价

（一）微生物学指标

评价饮用水消毒效果的微生物学指标包括细菌总数、总大肠菌群、粪大肠菌群和余氯等。

（二）采样

根据无菌操作原则，将水样采集入无菌瓶中，其中用于细菌检样的水样瓶中应事先加入无菌处理的中和剂，混匀，作用 10 分钟，中和余氯，阻止其继续灭菌。将水样尽快送往实验室检测。

（三）测定方法

1. 细菌总数 准确量取 1 毫升水样，注入空的灭菌的培养皿中，再加入 15 毫升左右冷却至 44～45℃的普通营养琼脂，水平沿同一方向旋转培养皿，使水样与琼脂充分混合。待琼脂凝固后，将培养皿倒置，于 37℃恒温培养 24 小时，计数培养皿中的菌落形成数，即菌落数（CFU）。

2. 总大肠菌群数

（1）用无菌镊子夹取无菌的纤维滤膜边缘，将粗糙面向上，贴放在已灭菌滤器的滤床上，稳妥地固定好滤器。取一定量的待检水样（稀释或不稀释）注入滤器中，加盖，打开抽气阀门，在负压 0.05 兆帕下抽滤。

（2）抽滤完水样后，再抽气约 5 秒，关上滤器阀门，取下滤器。用无菌镊子夹取滤膜边缘，移放在品红亚硫酸钠琼脂培养基培养皿上，滤膜截留细菌面向上。滤膜应与琼脂培养基完全紧贴，中间不能留有气泡，然后将培养皿倒置，放入 37℃恒温培养箱内培养 24 小时。

（3）对在滤膜上生长的带有金属光泽的黑紫色大肠杆菌菌落进行计数，计算出水样中含有的总大肠杆菌群数（CFU/100 毫升）。

$$总大肠菌群数 = \frac{滤膜上菌落数 \times 稀释倍数}{被检水样体积(毫升)}$$

3. 粪大肠菌群数 粪大肠菌群的测定与总大肠菌群基本相同，只是在恒温培养箱内培养的湿度有所不同，总大肠杆菌群的培养温度为37℃，而粪大肠菌群的培养温度为44℃，这是由粪大肠菌群主要来源于人和温血动物粪便的特性所决定的。

4. 余氯（需在水样采集后立即进行测定） 取水样5毫升，放入10毫升试管中，滴加邻联甲苯胺溶液3～5滴，摇匀，静置2～3分钟。与氯含量标准颜色比色管进行比色对照，即可估测出余氯的含量（其中水温最好在15～20℃）。

（四）消毒效果评价

卫生部颁布的我国《生活饮用水卫生规范》中规定：每毫升水中细菌菌落数不得超过100CFU；在100毫升水中总大肠菌群不得检出；每100毫升水中粪大肠菌群同样不得检出；余氯在接触30分钟后，应不低于0.3毫克/升，集中式给水，除出厂水应符合上述要求外，管网末梢水中的余氯不低于0.05毫克/升。

1. 细菌总数 水样中细菌总数虽不能直接说明水样中是否有病原微生物存在，但细菌总数的测定还是有意义的。因为，细菌总数的多少常与水的污染程度呈正相关，细菌总数越多，说明水体中有机物及分解产物的含量越多，从而可判定病原微生物污染情况。

2. 总大肠菌群数 大肠菌群是指一群37℃、24小时发酵乳糖，需氧或兼性厌氧的革兰氏阴性无芽孢杆菌。将带菌滤膜置于含有品红亚硫酸钠琼脂培养基上，经37℃培养24小时后，呈现出金属光泽的黑紫色菌落。它不仅来自人和动物的粪便，也可来自植物和土壤。生活在自然环境中的大肠菌群，已适应了较低的环境温度，在37℃的条件下可以生长，但将培养温度提高至44℃，则不能生长。将在37℃培养生长的大肠菌群，包括粪便内生长的大肠菌群在内，统称为总大肠菌群数。总大肠菌群数不仅可作为水质污染的指标，也是判断饮水消毒效果的重要指标。这是因为大肠菌群对各种消毒剂的耐受力，一般都比肠道致病菌高；霍乱弧菌、伤寒杆菌、痢疾杆菌等都比大肠菌群容易被杀灭。

3. 粪大肠菌群 在我国《生活饮用水卫生规范》中，特别新增加有关粪大肠菌群的卫生指标。由于粪大肠菌群来源于人和温血动物的粪

便，所以，粪大肠菌群是判断水质是否受到粪便污染的一个重要指标。参照 1993 年世界卫生组织（WHO）颁布的《饮用水水质标准》，我国规定生活饮用水中每 100 毫升水样中不得检出粪大肠菌群。为了与植物和土壤等自然环境本身存在的大肠菌群区别，将培养温度提高到 44℃，仍能生长出带有金属光泽的黑紫色大肠杆菌菌落称为粪大肠菌群，由此可判断出污染物的来源。在人类粪便中，粪大肠菌群占总大肠菌群的 96.4%。所以，粪大肠菌群在卫生学上具有更大的意义。

4. 余氯　我国当前饮用水消毒绝大多数采用氯及其制剂进行消毒，要求氯和水接触 30 分钟后，游离性余氯不应低于 0.3 毫克/升。余氯对防止水的二次污染作用不大，但在输水管网内出现二次污染时，余氯易被耗尽，因此余氯可作为有无二次污染的指示信号。

三、物体表面消毒效果的评价

（一）微生物学指标

评价物体表面消毒效果的微生物学指标包括细菌总数及致病菌（如金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和沙门氏菌等）。

（二）采样时间

在物体表面经过消毒之后进行采样，并在消毒前对同一物体附近表面采样作为对照样品，计算其杀灭率。

（三）采样及培养方法

1. 压印法　将营养琼脂倾入无菌培养皿内，并使琼脂培养基高出培养皿约 1～2 毫米，待琼脂冷却后，将培养皿上的琼脂培养基直接压在被检物体的表面 10～20 秒，然后盖好培养皿，37℃温箱中培养 48 小时。观察结果，计数菌落数。

2. 棉拭子法

（1）消毒前采样　在被检物体采样面积小于 100 厘米^2 时，取全部物体表面，当采样面积大于 100 厘米^2 时，连续采集 4 个样品，面积合计为 100 厘米^2。用 5 厘米×5 厘米的标准无菌规格板，放在被检物体表面，将无菌棉拭子在含有无菌生理盐水试管中浸湿，并在管壁上挤干，对无菌规格板框定的物体表面涂抹采样，来回均匀涂擦 10 次，并随之转动棉拭子。采样完毕后，将棉拭子放在装有一定量灭菌生理盐水

的试管管口，剪去与手接触的部位，其余的棉拭子留在试管内，充分振荡混匀后立即送检。对于门把手等不规则物体表面，按实际面积用棉拭子直接涂擦采样。

（2）*消毒后采样* 在消毒结束后，与在消毒前同一物体表面附近类似部位进行采样。采样液中含有与化学消毒剂相对应的中和剂，采样与消毒前一致。将消毒前后样本尽快送检，进行活菌培养计数以及相应致病菌与相关指标菌的分离与鉴定。

（四）检验方法

细菌总数检测采用菌落计数法，致病菌的检测主要检测金黄色葡萄球菌、大肠杆菌和沙门氏菌等。具体方法可参见相关的细菌检验鉴定手册。

（五）评价指标

1. 细菌总数

（1）小型物体表面结果计算，用细菌总数［菌落形成单位（CFU）/个］来表示。

$$细菌总数=平板上菌落平均数\times稀释倍数$$

（2）采样面积大于 100 厘米^2 物体表面结果计算，用细菌总数（CFU/厘米^2）表示。

$$细菌总数=\frac{培养皿上菌落平均数\times稀释倍数}{采样面积}$$

2. 杀灭率

$$杀灭率=\frac{消毒前菌落平均数-消毒后菌落平均数}{消毒前菌落平均数}\times100\%$$

四、皮肤黏膜和手消毒效果的评价

（一）微生物学指标

评价皮肤黏膜和手消毒效果的微生物学指标包括细菌总数和一些致病菌（如金黄色葡萄球菌、乙型溶血性链球菌和沙门氏菌、大肠杆菌等）。

（二）采样时间

在浸泡或擦拭消毒之后立即采样，如果观察滞留消毒效果，可以设

定不同的采样时间段，必要时可在消毒前采样作为对照，计算细菌的杀灭率。

1. 手的采样 被检者五指并拢，操作者将无菌棉拭子蘸灭菌生理盐水后挤干，在被检者指根到指尖来回涂擦 2 次（每只手涂擦面积约 30 厘米^2），并随之转动采样棉拭子，然后将棉拭子放于装有 10 毫升灭菌生理盐水的试管管口，用无菌剪刀剪去与手接触过的部分棉拭子，其余部分留在试管内。

2. 压印法采样 取事先制备好的营养琼脂培养皿，将消毒后的拇指或中、食指的掌面在培养皿的培养基表面轻轻按下指纹印即可，然后将培养皿置于 37℃温箱培养 24～48 小时，观察有无细菌生长。

3. 皮肤黏膜采样 用 5 厘米×5 厘米的标准灭菌规格板，放在待检采样部位，用蘸有生理盐水的棉拭子在规格板内来回均匀涂擦 10 次，并随之转动棉拭子，然后将棉拭子放于装有无菌生理盐水的试管管口，剪掉与手接触部位后，余下的棉拭子留在试管内，进行检验；其中无法放置灭菌规格板的部位可直接用棉拭子涂抹取样。

4. 注意事项 如果消毒对象（手、皮肤、黏膜等）表面曾使用过化学物品（如消毒剂、清洁剂、化妆品等），则在生理盐水中应加入相应的中和剂。

（三）评价指标

1. 细菌总数

（1）*方法* 将采样管用力敲打 80 次，必要时做适当稀释，用无菌吸管取一定量（通常为 1 毫升）的待检样品，加入灭菌培养皿内，另平行接种 2 块培养皿，加入已融化的 45℃左右的营养琼脂后，注意边倾注边摇匀，待琼脂冷却凝固后，倒置于 37℃温箱中培养 48 小时。并计数菌落数。

（2）**结果计算** 细菌总数以 CFU/厘米^2 计算，计算公式如下：

$$细菌总数 = \frac{培养皿上菌落平均数 \times 稀释倍数}{采样面积}$$

$$杀灭率 = \frac{消毒前菌落平均数 - 消毒后菌落平均数}{消毒前菌落平均数} \times 100\%$$

2. 致病菌检验 参考有关的细菌检验鉴定手册。

（李玉峰）

第四节　兽医消毒学中常用的数理统计方法

在消毒灭菌和研究工作中，经常会遇到诸如杀灭（菌）率、存活率、消毒灭菌率等一类数据资料。若利用这些数据资料说明消毒灭菌的效果等问题，就需要应用数理统计方法对数据资料进行处理、分析，才能得出正确的结论。

一、常用数理统计名词的含义

（一）数据资料

通常将一个或一个以上的数构成的数值称为数据；一组或一组以上的数据，可称为数据资料。在日常的科学实验和生产实践中，最多见的数据资料有两类：其一是不变数据资料，这类数据资料在正常情况下是必然的、恒定的，诸如水的沸点是100℃，一天划分24小时，1米等于100厘米等，这些数据资料也不需要进行统计分析；其二是可变化、事先难以准确预料的数据资料，例如化学消毒剂对土壤、空气、水中细菌（微生物）的杀灭率等，这类数据资料必须通过实验获得，而且往往随实验次数产生变化，所以必须进行统计分析才有科学价值。通常遇到的有变化的数据资料有两类，一类是定性资料，如水中大肠杆菌阳性检出率等，可用百分率表示；另一类是定量资料，如水中大肠杆菌含量多少等，这类数据资料不能用百分率表示，只能用数量表示，且由若干数据组成。

（二）总体与样本

总体是指所有、全部对象，例如一定水域内的全部水，一定地域的土壤或一个空间的全部空气，以及一定范围内的动物等。

样本是指从总体中按统计学要求随机抽取的有限实验对象，所获得的结果经数理统计方法处理分析、推理出对总体的可靠性，从而估量用于总体的结果。例如，一种化学消毒剂在一定水域的消毒试验所获得的安全性与细菌（微生物）杀灭率数据资料，经数理统计方法分析推理及实践使用证明相符合，这“一定水域”即为同条件水域总体的样本。

（三）随机抽样

随机抽样是指非主观意图、行为自总体中抽取样本与分组的过程。随机抽样方法很多，最简单的是采用编号抽签抓阄的办法，使各个对象（样本）有相同的机会被抽（分）到。

随机抽样是达到正确实验结果的基本条件，也是对实验结果数据资料进行数理统计分析的必要基础，否则所获得的数据和进行的数理统计分析毫无意义。

（四）抽样误差

抽样误差是指样本中个体间的差异，特别是指生物样本中个体间的发育状况、体重、大小等方面的差异。这种差异很难或者不可避免，也会导致实验结果的差异。数理统计分析，可将抽样误差引起的结果差异影响减少到最小限度。

（五）试验样本与对照样本

从总体中随机抽取的样本，在实验中对欲取得结果的一种处理外，而其他处理必须相同的样本，前一种样本称为试验样本，后一种样本则谓之对照样本。实验和生产检验中，常将实验样本分成试验组、对照组进行检验、检测。

（六）概率

概率是指某一事件在经无数重复后的可能发生率。例如，给几组小鼠接种半数致死量（LD_{50}）的同一病原菌后，多数组小鼠的死亡率是在 50%附近，但也有的高于 50%或个别高出不少及有的低于 50%或个别低出不少，由此得到该病原菌对小鼠的 LD_{50} 概率为 50%。

二、常用数理统计方法

（一）平均数

在统计多个数据资料时，往往需要计算平均数。平均数有算术平均数、几何平均数和中位数之分，其中最常用的是算术平均数和几何平均数。

1. 算术平均数　各个样本值之和除以样本数，所得之值即为算术

平均数。

计算公式： $\bar{x}=\frac{x_1+x_2+x_3+\cdots x_n}{n}=\frac{\sum x}{n}$

式中 $\bar{x}$——平均数；

x_1、x_2、x_3 … x_n——各个样本值；

n——样本数；

$\sum$——各个样本值之和。

例：3 个样本的值分别为 3、7、9，求样本的平均数

$$\bar{x}=\frac{3+7+9}{3}=6.333$$

2. 标准差 一组样本的各个数值与其平均数距离的表示值，即为标准差。标准差愈大，则数值相距愈远，标准差愈小，数值相距愈近。

计算公式：

$$S=\sqrt{\frac{\sum(x-\bar{x})^2}{n-1}}=\sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}}$$

式中 S——标准差；

x——每个样本值，即 x_1、x_2、x_3 … x_n；

$\bar{x}$——若干 x 值的平均数；

$\sum(x-\bar{x})^2$——简写为 $\sum x^2$，即每个样本值与其平均数距离的平方之和，简称平方之和。

例：计算、比较两组样本的标准差

第一组 2，5，8，10，25 $\bar{x}=10$

第二组 9，8，10，11，12 $\bar{x}=10$

第一组

$$S_1=\sqrt{\frac{(2-10)^2+(5-10)^2+(8-10)^2+(10-10)^2+(25-10)^2}{5-1}}$$

$$=\sqrt{\frac{64+25+4+0+225}{4}}=\sqrt{\frac{318}{4}}=\sqrt{79.5}=8.92$$

第二组

$$S_2=\sqrt{\frac{(8-10)^2+(9-10)^2+(10-10)^2+(11-10)^2+(12-10)^2}{5-1}}$$

$$=\sqrt{\frac{10}{4}}=\sqrt{2.5}=1.58$$

由此可见，第一组数值的平均数与标准差为 10±8.92，第二组数值的为 10±1.58，显然后者的数值与其平均数之间距离小于前者，比较集中。

3. 标准误　同一个样本的样品在同样条件下进行获得的若干个平均数的标准差，称为标准误。如将同一个菌株的若干管培养物分别接种五个一组的琼脂平板，计算菌数，在各组平板上的菌数平均数存在差异，其平均数的标准差也有差异。标准误表示样品平均数的离散程度，实验精密标准误小、实验代表性大、结果可靠；反之则实验不细致、结果不可靠，应查清干扰因素。

计算公式：
$$S_{\bar{x}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

式中　$S_{\bar{x}}$——标准误；

S——标准差；

n——样品数。

4. 几何平均数　在数理统计分析中，也可以几何平均数表示一组样本值平均数，尤其当一组值中出现一两个数值特大或特小数值时，可以纠正算术平均数出现的偏倚。

计算公式：
$$\bar{x}_g = \sqrt{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdots x_n}$$

为计算方便，可把上式改为对数形式

$$\lg\bar{x}_g = \lg \sqrt[n]{x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdots x_n}$$

$$= \frac{\lg x_1 + \lg x_2 + \lg x_3 + \cdots + \lg x_n}{n}$$

即
$$\lg\bar{x}_g = \frac{\sum \lg x}{n}$$

$$\bar{x}_g = \frac{\sum \lg x}{n} \text{ 的反对数}$$

例：求 2、4 和 5 的几何平均数。

$$\lg\bar{x}_g = \frac{\lg 2 + \lg 4 + \lg 5}{3}$$

$$= \frac{0.301 + 0.602 + 0.699}{3}$$

$$= 0.534$$

查反对数表求得 $\bar{x}_g = 3.42$

（二）百分比的比较

利用 χ^2 测验、百分比置信区间比较法，可比较两个百分比之间的差异性。

χ^2 测验是常用的显著性测验方法，适用于 2 个或 2 个以上样本的百分比之间的差异程度。

计算公式：

$$\chi^2 = \frac{(f_1 - F_1)^2}{F_1} + \frac{(f_2 - F_2)^2}{F_2}$$

$$= \sum (f - F)^2 / F$$

式中 χ^2 ——两组百分比比较值；

F_1、F_2 ——两个组的理论生存数和死亡数；

f_1、f_2 ——两个组的实际生存数和死亡数。

以 χ^2 值经查 χ^2 的累计分布表即得概率 P。

（三）杀菌效果（Germicidal, GE）

用以表示消毒效果，以消毒后的菌数（微生物）比消毒前或对照组菌数（微生物）减少的对数值表示。

计算公式：

$$GE = \log N_C - \log N_D$$

式中 N_C ——消毒前或对照组菌数；

N_D ——消毒后菌数。

（四）杀灭率（Killing rate, KR）

用以表示消毒效果，以消毒灭菌前的菌数（微生物）或对照组细菌数与消毒灭菌后杀灭菌数的百分率表示。

计算公式：

$$KR = \frac{N_C - N_D}{N_C} \times 100\%$$

式中 N_C ——消毒灭菌前的菌数或对照组菌数；

N_D ——消毒灭菌后的菌数。

（五）存活率（Survivate, SR）

指经消毒处理后存活的菌（微生物）数的百分率。

计算公式：

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

式中 No ——消毒前的菌数；

Nt ——消毒 t 时间后存活的菌数。

（六）水源自净作用的效率（*P*）

以水中细菌死亡的速度表示水源自净作用的程度与效率，即以细菌每小时减少的百分率（自净率，P）表示，也就是 1 小时内两个检测点间细菌减少的百分数。

计算公式：
$$P=\frac{N-Nt}{N}\times 100\%$$

式中　*N* ——上游检测点 1 毫升中的菌数；

Nt ——1 小时后下游检测点 1 毫升中的菌数。

例：试用乒乓球作为水流动流速与计时标志，采取上、下游两点水样样本检测大肠杆菌含量（菌数，CFU），上游监测点为 3 400CFU/毫升，1 小时后下游检测点为 3 280CFU/毫升，求此河段水体的自净率。

$$P=\frac{3\,400-3\,280}{3\,400}\times 100\%$$
$$=\frac{120}{3\,400}\times 100\%$$
$$=3.53\%$$

（张振兴）

第七章

兽医消毒技术

第一节　动物养殖场的消毒技术

养殖场的消毒是做好养殖的前提条件，一个消毒良好和规范的养殖场可以减少动物疾病的发生和传播，提高企业的经济效益和增进民众的健康。因此，养殖场的消毒在动物的养殖中具有十分重要的作用。养殖场的消毒包括场地与圈舍的消毒、空气的消毒、水的消毒、动物体表的消毒、粪尿废弃物的无害化处理、发病动物产品的消毒处理与病死尸体的无害化处理，还包括家禽孵化室与种蛋的消毒和水产养殖场的消毒等。

一、场地与圈舍的消毒

场地和圈舍的消毒是为了给动物的生长提供一个良好的生存环境，同时，通过对场地和圈舍的消毒切断传染病的传播途径，减少传染病的发生和流行。

（一）场地的消毒

动物饲养的场地和其所生活的周围环境中都存在着大量的微生物，在平时这些微生物对动物很少产生危害作用，并不需要经常对场地进行消毒，但是当场地中有病原微生物存在时，如果不进行有效的消毒，就容易引起传染病的发生和流行，如对发生炭疽的动物尸体或排泄物污染的场地不进行有效的消毒，则容易造成炭疽的大规模发生和流行。

由于场地的面积相对来说比较大，需要全面消毒有一定的困难，因此只能对污染的场地进行局部处理，一般多采用喷洒漂白粉或次氯酸钠溶液的方法。由于场地中一般有机物多，对消毒作用干扰大，所以使用的浓度要高一些，含有效氯浓度不低于 2 500～100 000 毫克/升，作用时间为 30～60 分钟。如果场地为土质地面，消毒液的浓度要更高，作

用时间要相对延长；对于水泥或柏油地面，浓度可适当降低，时间可以适当缩短。喷洒的药物量，应做到使地面湿润，一般每平方米需要500～1 000毫升。对于喷洒消毒液有困难的场地，也可直接使用漂白粉干粉，其用量以覆盖全部地面为宜，每平方米10～20克。也可将污染的土层铲去表土10～20厘米，填埋在事先挖好的深坑内，但处理效果不如使用液体消毒剂。对于质地坚实而又较小的地面，也可用火焰烧灼法消毒，消毒时，用火焰喷烧，或铺以柴草点燃。用后一种方法消毒时，每平方米面积需铺柴草1.5千克以上。如果污染的地面过大，人工处理的难度非常大，对于并不急于进入的场地，也可采用封锁的办法让其自然净化，就是利用日晒、风吹、雨淋等自然条件将病原微生物杀灭或清除。太阳光直接照射到的地方病原微生物死亡要快一些，一般封锁2～3天即可，但对细菌芽孢污染的场地需要的时间就要长得多。

圈舍内的场地是极易受污染的区域，应该及时对圈舍内的场地进行消毒。消毒的方法可随污染的程度、范围及场合而不同，主要有以下几种方法。

1. 清扫　是清洁地面常用的方法，它能使场地内的微生物大量降低。同时，及时清扫可以减少粪便和污物在场地的停留时间，减少蚊蝇的滋生。但是，此法只能在地面污染不严重和未发生传染病的情况下使用。在清扫前最好先对场地喷洒清水，以减少尘土的飞扬，从而减少疾病传播的可能性。清扫只能减少场地中微生物的含量而达不到消毒的目的，必须配合其他消毒方法同时进行。

2. 紫外线照射　采用紫外线照射对圈舍内的场地进行消毒有一定要求，应注意其照射强度和灯的高度（一般在2.2米），当圈舍内有动物存在时，会造成动物皮肤的损伤，因此，当有动物在圈舍中时很少采用紫外线照射。

3. 化学消毒剂消毒　目前，化学消毒剂种类很多，常用的主要有漂白粉、次氯酸钠溶液、过氧乙酸溶液、新洁尔灭、煤酚皂等种类，可以根据具体情况，选择使用。漂白粉、次氯酸钠消毒剂虽然杀菌力很强，但喷洒后往往留有刺激性氯臭，所以对动物有一定的刺激性。过氧乙酸消毒剂杀菌力也很强，气味的刺激性比漂白粉小，消毒也快，但腐蚀性强，长期反复喷洒，可对水泥地面或金属笼器具产生破坏作用，只能偶尔采用过氧乙酸进行消毒。用0.1%过氧乙酸溶液喷洒或熏蒸场地，30～60分钟后细菌数可减少95%以上。新洁尔灭杀菌作用较弱，但无腐蚀性或刺激性气味，对于抵抗力低的微生物，例如痢疾杆菌、伤

寒杆菌、沙门氏菌等肠道致病菌可以选择使用。新洁尔灭对化脓性病原菌、肠道杆菌与部分病毒有较好的杀灭作用，但对结核杆菌与真菌的杀灭效果较差，对细菌芽孢一般只能起抑制作用。此时，应改用1%～3%的煤酚皂，也可用0.5%过氧乙酸溶液或5%漂白粉澄清液，每平方米场地用1%～1.2%过氧乙酸溶液或10%～20%漂白粉澄清液1～2升，3小时后进行第2次喷洒。

（二）圈舍的消毒

圈舍是动物生活、活动所必需的场所，一旦污染，很容易造成病原体扩散和疾病传播，因此应该及时进行消毒。消毒的目的在于清除或杀灭存在于环境表面的各种微生物，以预防由于接触污染表面而引起的感染。

圈舍消毒的对象一般分为四部分，一是空气消毒，二是可以搬运的小型器物的消毒，三是圈舍内的一些固定设施的消毒，四是圈舍内表面消毒。

1. 空气消毒 空气消毒必须与物体表面消毒相结合，否则表面黏附的微生物经气流的冲击，仍可飞起形成再生性气溶胶，使空气被二次污染。空气消毒可根据具体情况与表面消毒同时或在表面消毒后进行。空气消毒最好的办法是进行通风，利用空气的流动减少或清除微生物。对于无法进行通风的场所，则只能利用人工过滤通风、紫外线照射或臭氧消毒法来处理。此外，根据需要，也可向空气中喷洒消毒剂，使悬浮的微生物凝聚并沉降，然后予以清除。

2. 小型器物的消毒 能够搬动的小型器物，可以随同圈舍一起消毒，也可搬出圈舍，按其各自的特点采用适宜的方法进行消毒，包括采用洗涤法和日光下曝晒法等。对耐热、耐湿的物品可用煮沸法，对不耐热的可用消毒剂浸泡处理，对不耐热、不耐湿的可用甲醛、过氧乙酸或环氧乙烷等气体消毒剂进行熏蒸消毒。

3. 固定设施的消毒 对于金属笼、器具，饲槽等固定设施可以采用物理或化学方法进行消毒。

（1）*擦拭消毒* 用清洁的湿抹布擦拭物体表面，可以去除大部分的微生物，如果用消毒液进行擦拭则效果更好。

（2）*紫外线照射* 在圈舍清空的条件下，应用悬挂于地面2.2米处的普通紫外线灯照射各种物体表面，有一定的消毒效果。而且紫外线照射消毒安全、方便、简单而且经济实用。

（3）过氧乙酸消毒　过氧乙酸溶液有较强的杀菌作用，是一种高效灭菌剂。采用擦拭消毒时，将过氧乙酸溶液配成 0.2%浓度后，将抹布浸湿后置于被消毒物品表面，30～60 分钟后可达到较好的消毒效果。如果采用喷雾消毒。应使雾粒均匀地覆盖于消毒物品表面，雾粒越小，消毒效果越好。过氧乙酸溶液喷雾后，液滴会部分或全部挥发成蒸气，也能有效地杀灭微生物。对有细菌芽孢污染的物体表面，可用 2%过氧乙酸溶液进行喷洒，30 分钟后可达到很好的效果。过氧乙酸的蒸气熏蒸也具有较强的杀菌作用，是常用的一种消毒方法。在 20.2℃、相对湿度 60%～80%时，对细菌繁殖体使用的剂量为过氧乙酸原液 1 克/米^3，作用时间为 60 分钟；对细菌芽孢使用的消毒剂量为 3 克/米^3，作用时间为 90 分钟。当温度和相对湿度降低时，必须相应加大消毒剂用量。在进行熏蒸时应注意使用陶瓷、搪瓷或玻璃等不易被腐蚀的容器加热，加热可以采用电炉或其他热源。

（4）煤酚皂溶液消毒　可杀灭细菌繁殖体、真菌和某些囊膜类病毒，但对细菌芽孢无杀灭作用。一般多用 1%～5%的煤酚皂水溶液喷洒或擦拭物体表面，作用 30～60 分钟。对结核杆菌可以用 5%浓度作用 1～2 小时。若将药液加热到 40～50℃，可加强其杀菌作用。

（5）新洁尔灭溶液消毒　对革兰氏阳性菌杀灭效果较好，对革兰氏阴性菌需要提高其使用浓度。如 0.1%稀释液浸泡作用 5 分钟可杀灭金黄色葡萄球菌，作用 10 分钟才能杀灭大肠杆菌。假单胞菌（包括绿脓杆菌）对其有较强的抵抗力。对结核杆菌、细菌芽孢，则只有抑制作用。

（6）次氯酸钠溶液消毒　用此溶液擦拭或喷洒各种设施的表面，具有强杀菌作用。使用浓度一般为 100～300 毫克/升。

（7）甲醛熏蒸消毒　产生甲醛蒸气的方法有加热法和化学反应法。前者可以将煮沸的福尔马林或将多聚甲醛干粉放在平底锅内、铁板上或电热板上加热，即可产生甲醛气体；化学反应法则利用氧化剂高锰酸钾等与福尔马林或多聚甲醛发生化学反应，在反应过程中产生大量热，促使甲醛气化。使用时先将氧化剂放入容器中，然后缓慢注入福尔马林。在消毒处理时，消毒圈舍必须密闭，待消毒物品的表面应充分暴露。发生甲醛蒸气时应注意安全，待情况稳定后才能退出圈舍。熏蒸时室内温度最好在 18～20℃以上，相对湿度 70%～90%。消毒后，一般多采用自然通风驱散有臭味的甲醛气体。如急于排除臭味，可将 25%氨水加热蒸发或喷雾进行中和。氨水用量为所用福尔马林溶液的 1/2，中和时

间为30分钟。

4. 圈舍内表面消毒 圈舍内表面指墙壁、顶棚和地面。墙壁和顶棚很少受到严重污染，所以，在一般情况下仅需要进行常规消毒。但是，当墙面受到严重污染时，可采取化学消毒剂喷雾、熏蒸或进行火焰灼烧。

地面是圈舍环境中极易受污染的部位，尤其是在人员和动物流动量大的地方，或病死动物污染的地面等。所以，应及时对地面进行消毒。消毒的方法可随污染的程度、场合而选择不同的方法，具体方法可参照场地消毒方法。

二、空气的消毒

圈舍内空气中的微生物主要来源于养殖场中饲养的动物和管理人员。一般情况下，动物不断地从呼吸道、消化道、皮肤和毛发等处排出微生物进入空气，而发病动物和隐性感染动物的排泄物与分泌物，如鼻和口腔分泌物、粪便、尿液中含大量的病原体，严重地污染周围环境。动物之间的打斗和争食加剧了养殖场内空气的流动和尘土飞扬，会促进病原的进一步传播。对养殖场中的空气消毒主要有以下几种方法。

（一）自然通风除菌

这是养殖场内净化动物圈舍内空气的主要方法，不但可以减少圈舍内空气中细菌的含量，而且还可以降低圈舍内的湿度。自然通风除菌简单易行，但效果受诸多因素影响。要提高消毒效果，还应采用其他消毒手段，尤其在冬春季节，应加强动物圈舍的通风换气，减少呼吸道疾病的发生。

（二）紫外线消毒

动物圈舍内使用紫外线消毒的不多。主要用于饲养管理人员的更衣室和饲料贮存间。

（三）化学法消毒

通过喷雾和气体熏蒸的方法杀灭空气中的微生物。熏蒸消毒效果优于喷雾法，但应在圈舍空置时进行，并注意圈舍必须严密封闭。

1. 熏蒸方法

（1）过氧乙酸 将过氧乙酸稀释成3%～5%的水溶液，置于容器

内加热。杀灭细菌繁殖体用量为 1 克/米^3，熏蒸 60 分钟；杀灭细菌芽孢用量为 3 克/米^3，熏蒸 90 分钟。相对湿度以 60%～80%效果最好。

(2) 甲醛 当空气受到严重污染时，可用甲醛气体熏蒸消毒。甲醛用量 12.5～25 毫升/米^3。

(3) 臭氧 臭氧消毒是利用臭氧发生装置产生臭氧杀灭空气中微生物。可用于饲养管理人员更衣室和圈舍的消毒。臭氧消毒空气只适于在圈舍空置状态下使用，空气中容许存留最高浓度为 0.2 毫克/米^3。对密闭空间，使用浓度为 5～10 毫克/米^3，作用 30 分钟即可。

2. 气溶胶喷雾 根据不同消毒剂使用剂量，将消毒剂稀释后进行喷雾消毒。如采用 0.5%～1%的过氧乙酸溶液喷洒，剂量为 10～20 毫升/米^3，封闭门窗 30 分钟。

三、水的消毒

水的消毒方法主要有两大类。一类为物理方法，如煮沸、紫外线照射；一类为化学方法，如加氯消毒法、碘消毒法等。

(一) 煮沸消毒法

煮沸消毒法是物理消毒中效果可靠的简便方法。当将水加热至 80℃时，水中的一般细菌及肠道致病菌均可被杀死。如将水在常压下煮沸 5 分钟左右，即可达到彻底消毒的目的。

(二) 紫外线消毒法

紫外线对水中的细菌、病毒和芽孢等均有杀灭作用。用紫外线消毒清水时，当照射剂量为 90 000（微瓦·秒）/厘米^2 时，对大肠杆菌、伤寒杆菌、金黄色葡萄球菌、枯草杆菌芽孢、黑曲霉孢子等的灭活指数可达 10^{30}，杀灭率可达到 99.99%以上。对较混浊和色度较高的水，应先经沉淀澄清和过滤后再照射，以保证消毒效果。消毒装置可呈管道状，使水由一侧进入，另一侧流出。管道中用紫外线灯照射，装置的设计应使灯管不浸于水中，以免降低灯管的温度，减少辐射输出强度。流过管道的水层不要太厚，一般不超过 2 厘米。

常用的装置有直流式紫外线水液消毒器，使用 30 瓦灯管一支，每小时可处理约 2 000 升水，微生物灭活指数可达 10^4；套管式紫外线水液消毒器，这种装置可使水沿外管壁形成薄层流到底部，然后由底部开口流出，内管装紫外线灯管，因此可受到紫外线的充分照射，每小时可

生产 150 升无菌水。

（三）氯化消毒法

指用含氯消毒剂进行消毒。由于此类消毒剂的杀菌力强，价格便宜，故当前国内外仍广泛使用。

1. 消毒饮用水的含氯消毒剂 凡溶于水而又无毒性的含氯消毒剂皆可用于水的消毒。养殖场供水多以漂白粉消毒为主；野外条件下的饮水消毒可使用含氯消毒片。

2. 用药量的测定与计算

（1）*加氯量的测定* 加氯消毒所需用药量，一般按有效氯计算。水消毒所需的加氯量应为水的耗氯量和余氯量之和。水的耗氯量与水质有关，水质污染愈严重，耗氯量愈大；水温愈高，作用时间愈长，耗氯量愈大。耗氯量可通过测定余氯量算出。

$$耗氯量=加氯量-余氯量$$

（2）*用药量的计算*

$$含氯消毒剂的用量=\frac{加氯量（毫克/升）}{消毒剂有效氯含量（\%）}\times 水量（升）$$

（3）*用药量的简易测定法* 在余氯量或有效氯量不确定时，对于以消毒大肠杆菌为指标的用药量可用五杯法进行测定，步骤如下：

取烧杯 5 个，标好编号，每杯中加入水样 100 毫升。用吸管分别吸取 1/10 000 稀释的漂白粉溶液 2、3、4、5 毫升，依次加入 2～5 号烧杯中（第一杯作对照），用玻棒搅匀，静置 30 分钟。用巴氏吸管加入 2 滴碘化钾淀粉溶液于各杯中，混匀。5 分钟后，观察烧杯中溶液颜色的变化，选其中浅蓝色的一杯，该杯所加的 0.01%稀释漂白粉溶液毫升数，即为每立方米水中须加的漂白粉克数。

如各杯没有颜色变化，则应改变漂白粉的浓度，再进行测定，直至有一杯出现浅蓝色为止。加药量应随漂白粉液浓度的改变按比例折算。

3. 余氯量的测定 余氯是指用氯消毒水 30 分钟后，水中仍然可以测出氯的含量，这种氯是水中细菌和各种杂质消耗后剩余的氯，并且仍然具有消毒活性。加氯消毒中，常以水中余氯的多少，来表示用药是否足量，是评价消毒效果的一项间接指标。测定余氯量的方法有两种：

（1）*碘量法* 取消毒后水样 100 毫升于 250 毫升碘量瓶中，加 10%碘化钾溶液 15 毫升，加 1∶6 稀释的硫酸 10 毫升，混匀后盖严，于暗处静置 3 分钟；以 0.07%的硫代硫酸钠溶液缓慢滴至淡黄色时，

加入2毫升1%淀粉溶液，溶液呈蓝色，继续滴定至溶液的蓝色消失为止，消耗的硫代硫酸钠溶液毫升数，即为水中含有余氯的毫克/升数。

(2) 甲土立丁（联邻甲苯胺）法 甲土立丁与余氯作用呈现黄色，余氯含量越高，黄色越深，反之则淡，根据颜色的深浅来判断余氯量的多少。

甲土立丁的配制：称取纯甲土立丁1克，放入研钵中，加入5毫升稀盐酸（3∶7)，研磨成糊状，加水150毫升，然后倒入1 000毫升量筒中，加水至505毫升，拌匀，将溶液加入1 000毫升容量瓶中，用稀盐酸补充总体积至1 000毫升，贮于棕色瓶中备用。

测定余氯含量时，一般多用标准比色法进行。取一个比色管加水样10毫升，将比色测定管插于比色架内，加入甲土立丁试液0.5毫升，混匀，放置数分钟，在比色器上与标准比色管进行比色。出现淡黄色表示余氯为0.1毫克/升，黄色为0.2毫克/升，明显黄色为0.5毫克/升，深黄为0.7～1.0毫克/升，棕色为2.0毫克/升以上。如无余氯标准比色管时，可根据颜色的深浅来判断水中余氯的含量。

4. 氯化消毒法

(1) 常氯量消毒 通常井水消毒是直接按井水量加入氯化消毒剂，30分钟后，余氯应维持在不低于0.3毫克/升，即可使用。为达到此标准，加氯量一般需1～4毫克/升，如果余氯大于或小于规定值，则应调整加漂白粉量。井水一般每天早晨和午后各消毒一次。河、湖、塘水，需将水取至水箱或容器中进行消毒，按每100升水加漂白粉1克（含有效氯0.2克)，搅拌后30分钟即可使用。不同水源水消毒的常规加氯量见表7-1。

表7-1 不同水源水消毒的常规加氯量

水源种类	加氯量（毫克/升）	1米^{3}水中加漂白粉克数
深井水	0.5～1.0	2～4
浅井水	1.0～2.0	4～8
土坑水	3.0～4.0	12～16
泉水	1.0～2.0	4～8
清洁湖、河水	1.5～2.0	6～8
浑浊湖、河水	2.0～3.0	8～12
环境好的塘水	2.0～3.0	8～12
环境差的塘水	3.0～4.5	12～18

漂白粉按含25%有效氯计算。

对井水进行消毒直接投药时，应首先测量井水的水量，再根据水量及加氯量计算出应加的漂白粉量。将加入的漂白粉置广口容器中，加水调成糊状，再加水稀释，静置，取上清液注入井中。井水水量计算公式：

圆井水量（米^3）＝水深（米）×水面直径（米）^{2}×0.8

方井水量（米^3）＝水深（米）×水面长度（米）×水面宽度（米）

（2）*超氯量消毒* 按常规加氯量的10倍（即10～20毫克/升）进行井水消毒叫做超氯量消毒。本法主要适用于新井开始使用前、旧井修理或淘洗后、井被洪水淹没或落入异物有污染可能时、当地发生肠道传染病，井水大肠菌群或化学性状发生显著恶化以及野外紧急情况或战时紧急用水时。消毒时，一般在投入消毒剂后，过10～12小时后快速将原有水尽量淘出，待井内水重新达到原有水位线后，再消毒使用，必要时井水经细菌检查合格方可饮用。若水中有强烈氯臭，可用吸出旧水换新水的方法，直至无氯臭味为止。亦可在水中按1毫克余氯投加3.5毫克的硫代硫酸钠脱氯后再用。

（3）*持续加氯消毒法* 使用容器一次性投放大量消毒剂，使之逐渐溶于水中，以保持规定的余氯量，称为持续加氯消毒法。此法不仅可以延长消毒持续时间，而且节省人力，使用方便。方法是在竹筒、塑料袋等容器上面钻10～30个小孔（直径0.3～0.5厘米），内装漂白粉300～500克，可用谷壳作赋形剂拌匀，用少量水调成糊。封好筒口或塑料袋口。消毒时，容器上系以浮筒悬在井水中，使容器在水面下40厘米左右。在井水的流动和取水时的振荡作用下，使容器中的氯液不断渗出与水接触，因此起到持续消毒的作用，一般可持续7～10天，采用持续消毒法要有专人负责，不断观察余氯变化，若含量过高或过低，可减少或增加小孔数，并定期取出容器检查和更换药物。

5. 简易自来水消毒 简易自来水有水塔式和压力罐式两种，目前以压力罐式供水较多。简易自来水的消毒仍以漂白粉为主，一般取漂白粉的上清液消毒效果较好。上清液的配制浓度为1%～2%（即1升水中溶10～20克漂白粉）。上清液的投放可直接加入井内，也可加入到水泵吸水管中。消毒前，最好有针对性地对将要处理的水源做加氯量的测定，如不具备测量条件，过滤后的地表水或地下水的加氯量可按0.5～1.0毫克/升（以有效氯）来计算。

确定了加氯量以后，可按下列公式计算漂白粉的投放量。

$$漂白粉投放量=0.1\times\frac{最高日用水量（米^3/日）\times最大加氯量（毫克/升）}{漂白粉有效氯含量（\%）}$$

由于投药量要与用水量成正比，一日的药量要在供水的 6 小时内投放，连续投放漂白粉上清液的公式为：

$$\frac{\text{每小时投放的漂白粉}}{\text{溶液量（升/小时）}}=0.0167\times\frac{\text{最高日用水量（米}^3\text{/日）}\times\text{应投放的漂白粉量（毫克/升）}}{\text{漂白粉溶液浓度（\%）}}$$

式中应投加的漂白粉量（毫克/升，以有效氯计）＝最大加氯量（毫克/升）/漂白粉有效含氯量（%）×100。

（四）碘消毒法

碘适用于小规模一时性的饮水消毒，效果可靠，消毒后的水呈浅黄色。方法如下：

1. 2.5%碘酒　取 20 毫升碘酒加入 50 升水中，即含碘 10 毫克/升，10 分钟后即可饮用。

2. 有机碘化合物　有机碘消毒剂主要有三碘化硫酸六脲铝、三碘化二硫酸六脲铝等，可与碘酸钠、氯化钠等压成有机碘片剂，每片重 100 毫克，含有效碘 10 毫克，消毒时按规定要求加入。有机碘消毒剂杀菌效力高，对人和动物健康无害。

四、动物体表的消毒

动物的体表主要包括皮肤和黏膜，皮肤与黏膜一般不能做到彻底灭菌，因此消毒只能根据具体情况，采取有效的方法。消毒有物理和化学两种方法。物理消毒法主要用肥皂水或其他清洁剂进行搓洗或刷洗；化学消毒法则使用抗菌剂（皮肤黏膜消毒剂）杀灭皮肤、黏膜上存留的微生物。皮肤与黏膜的消毒应随消毒部位、消毒目的和条件的不同而选用不同的方法。

（一）动物体表常用的消毒法

1. 搓洗法　以肥皂与水搓洗待消毒部位，必要时可重复 2～3 次。最好使用温水或流水。该方法在家庭饲养的宠物中应用较多。

2. 刷洗法　用肥皂与水进行搓洗后，再用软毛刷等进行充分刷洗，去除皮肤深处的微生物。

3. 冲洗法　多用于伤口、黏膜等脆弱部位。为减少刺激，可使用灭菌生理盐水，为加强效果，亦可使用抗菌剂溶液。

4. 药物浸泡 多用于冲洗、刷洗的补充处理，或用于治疗。

5. 药物涂抹 直接以抗菌剂涂抹于有关部位，以达到消毒目的。

6. 滞留消毒 使用滞留消毒法，可在一段较长时间内使皮肤或黏膜上的微生物数量保持在最低水平。滞留消毒处理可使用抗菌剂配制的肥皂、霜膏或油纱布等进行。

（二）动物体表不同部位常用的消毒方法

1. 皮肤消毒 皮肤是广泛包被在动物全部身体外表面的部分。清洗和洗刷是保持皮肤卫生最普通的方法。对皮肤消毒时，要考虑健康皮肤与受损皮肤两种情况。

对健康皮肤的消毒是在皮肤受到外界病原微生物污染时进行。常用消毒剂（皮肤消毒剂）有乙醇、过氧化氢、碘酊、酚、煤酚皂溶液、阳离子肥皂等。对皮肤受损部分进行消毒则是杀灭损伤部位可能存在的病原微生物，具有预防及治疗双重作用，常用消毒剂有过氧化氢、酚等。对受伤皮肤进行消毒时，要考虑损伤程度、部位以及其他情况。

2. 上呼吸道黏膜的消毒 正常动物的上呼吸道都存在正常菌群和一部分致病菌，发病动物携带的致病菌则更多，在一些动物中呈持续携带状态，金黄色葡萄球菌则是动物鼻腔寄生的正常菌群。当动物携带的是一种流行性菌株时，则能导致该病的暴发，因此在携带致病菌的动物中必须使用抗菌剂至鼻腔，以减少或消除致病菌，抗菌剂包括新霉素、枯草杆菌素等。每天涂抹数次，效果较好，能减少或除去许多动物鼻腔携带的致病菌，但处理期需长至 14 天以上。常用的抗菌剂有硝酸银、蛋白银溶液或碘甘油，可直接涂抹鼻黏膜。蛋白银溶液或复方硼酸溶液可作气雾喷涂。

3. 口腔黏膜的消毒 由于唾液的稀释作用，酒精类制剂对口腔黏膜的消毒没有作用，因此，含碘水溶液、碘化钾、碘伏等碘制剂成为口腔黏膜消毒常用的药物；或用过氧化氢溶液或高锰酸钾溶液、复方硼酸溶液等洗涤口腔。碘甘油或硝酸银溶液局部涂抹等对口腔黏膜均能起到一定的消毒作用。

五、粪尿废弃物的无害化处理

养殖生产过程中的废弃物是目前集约化、工厂化养殖中面临的重大环境问题，正逐渐成为制约养殖业发展的主要因素。如果处理不好，将会对自身动物疫病防控体系构成很大威胁，同时也会对周围环境造成严

重污染。例如，1 克感染禽流感鸡的粪便中含有足以感染 100 万只鸡的病毒。此外，球虫卵囊、芽孢杆菌、传染性法氏囊病病毒、马立克氏病病毒等都具有较强的抵抗力和传播性，是导致养殖生产过程中疫病持续高发的重要原因之一。因此，养殖企业或屠宰加工企业对粪尿废弃物必须进行无害化处理。

粪尿废弃物的无害化处理主要从场所的合理选址和布局、肥料的利用等方面进行。首先，畜牧场进行废弃物处理时要有合理的规划，否则不仅会影响以后的生产，还会使养殖企业或屠宰加工企业的环境恶化，或者为保护环境付出较高的代价。近年来，我国规模化养殖场（尤其规模化养猪场）飞速发展，各地相关管理部门应根据当地动物养殖污染防治状况进行充分调查和评价，并将污染防治纳入环境保护规划中。新建、改建的畜牧场必须按建设项目的环境保护法律、法规的规定，进行环境影响评价，办理有关审批手续，而且必须有动物废物综合利用的方案和措施。管理部门应进行现场验收，同时进行排污申报登记，排放的污染物不得超过国家或地方的排放规定。畜牧场在进行规划布局时，要根据自身实力，建立因地制宜的动物粪便处理设施。废弃物的处理地一般位于畜牧场的下风向，与生产区之间要有隔离带。规模较大的畜牧场可建立粪便加工厂，用动物粪便制取有机复合肥，通过粪便的再利用提高畜牧场的经济效益。小型畜牧场，应建造投资较小的化粪池、发酵池，或尝试农牧结合、农菜结合等多种模式处理粪便。

（一）制备肥料

猪日粮中氮和磷的利用率分别约 40%和 30%，有 50%以上的氮和 2/3 以上的磷随粪尿排出体外。鸡粪中氮磷含量几乎相等，钾稍低，其中氮素以尿酸盐的形态为主，尿酸盐不能直接为作物吸收，且对作物根系生长有害。因此，必须经腐熟后才能施用。尿酸态氮易分解，如保存不当，经 2 个月几乎要损失 50%，而且禽类粪便在腐熟中产生高温，属热性肥料，腐熟后多做追肥。

1. 堆肥腐熟处理　粪便堆肥腐熟的方法有坑式及平地两种。坑式堆肥是我国北方传统的积肥方式，采用此种方式堆肥要经常向圈里加垫料，以吸收粪尿中水分及其分解过程中产生的氨；一般粪与垫料的比例以 1∶3～4 为宜。平地堆腐是将家畜粪便及垫料等清除至舍外单独设置的堆肥场地上，平地分层堆积，使粪堆内部进行好气分解，为此，必须控制好堆肥的条件。

粪肥腐熟过程要经过生粪—半腐熟—腐熟—过劲四个阶段，即粪肥中有机物质在微生物作用下进行矿质化和腐殖化的过程。矿质化是微生物将有机质变成无机养分的过程，即有效养分的释放。腐殖化则是有机物再合成腐殖质的过程，即粪肥熟化的标志。粪肥腐熟过程中微生物群落多而复杂，以好气腐生菌占多数，不同家畜粪便的微生物群落有较大的差异。猪粪以氮化细菌多，有机磷分解菌次之，反硝化菌和纤维分解菌较少，硝化细菌更少；马、牛粪亦不同，马粪中含大量高温纤维素分解菌，牛粪则没有。因此，马粪是热性肥料，牛粪则是凉性肥料。各种家畜粪肥种类不同，但所含有机物主要是碳水化合物和含氮化合物。

一般说来，粪便堆腐初期，温度由低向高发展。低于 50℃为中温阶段，堆肥内以中温微生物为主，主要分解水溶性有机物和蛋白质等含氮化合物。堆肥温度高于 50℃时为高温阶段，此时，主要是高温好热纤维素分解菌分解半纤维素、纤维素等复杂碳水化合物。高温期后，堆肥温度下降到 50℃以下，以中温微生物为主，腐殖化过程占优势，含氮化合物继续进行氨化作用，这时应采取盖土、泥封等保肥措施，防止养分损失。

腐熟堆肥初期应保持好气环境，加速粪肥的氨化、硝化作用，后期使堆内部分产生兼气条件，以利于提高腐殖化和氨的保存。堆肥温度由低—中—高，65℃时纤维素、半纤维素分解最强，如在堆肥中加入一定比例马粪，可加速有机质腐熟，水分保持在 40%较适宜。如粪肥垫料太少或水分超过 75%，或在寒冷季节，温度偏低，分解作用非常缓慢。一般堆肥的酸碱度不用调节，鲜牛粪的 pH 为 7 左右，腐熟变化初期升到 9.5 左右，腐熟完成后又回降到 7.5 左右。

堆肥中微生物的生长需要有碳，其蛋白质的合成需要有氮，适宜的堆肥物料碳氮比为 26～35∶1。碳氮比大于 35，则分解效率低，耗时长；碳氮比低于 26，则过剩氮会转变成氨逸散于大气而损失。各种畜类的碳氮比大致为：猪粪 7.14～13.4∶1，羊粪为 12.3∶1，牛粪为 21.5∶1。

我国利用腐熟堆肥法处理动物粪尿非常普遍，并有很丰富的经验，所使用的通气方法简便易行。例如，将玉米秸捆或带小孔的竹竿在堆肥过程中插入粪堆，以保持好气发酵的环境。经 4～5 天即可使堆肥内温度升高至 60～70℃，2 周即可达均匀分解，充分腐熟的目的。近些年，我国已普遍推广粪便与磷肥混合堆肥的方法。这种方法首先有增磷作用，其次有保磷及保氮作用。

粪便经腐熟处理后，其无害化程度通常用两项指标来评定：①肥料质量。外观呈暗褐色，松软无臭。如测定其中总氮、磷、钾的含量，肥效好的，速效氮有所增加，总氮和磷、钾不应减少过多。②卫生指标。首先是观察苍蝇孳生情况，如成蝇的密度、蝇蛆死亡率和蝇蛹羽化率；其次是大肠杆菌值及蛔虫卵死亡率；此外，尚需定期检查堆肥的温度。

2. 生产高效有机复合肥料　动物粪便富含氮、磷、钾及多种微量元素，但动物粪含水量大、施用不方便，养分含量不平衡、农作物利用效率低。随着我国畜牧业规模化、集约化饲养水平的提高，家畜粪便的污染日益严重，而目前农作物大量使用化肥，造成土壤板结，盐碱化程度提高，有机质含量下降，而利用家畜粪便生产的高效有机复合肥料，适应农业的可持续发展和生产绿色产品的要求，同时为畜牧业生产提高了附加值和经济效益。利用动物粪便生产有机复合肥料，可根据当地土壤中氮、磷、钾等多种微量元素的含量，以及不同植物在不同时期的营养需要，添加适当的补充成分，生产全价有机复合肥料。制备过程大致如下：

（1）*干燥*　可采用机械烘干，高温 320℃瞬间干燥。如果温度过高，会增加氮的损失，温度过低，会延长烘干时间，不利于配合。因此，以 320℃氮损失最少，也可自然晾晒干燥。

（2）*粉碎*　以 5～6 毫米网筛粉碎最好。过细易造成堵机，过粗不利于配合。

（3）*配合*　生产全价配方复合肥应根据以下几点综合考虑添加物的用量：①根据各种作物及花卉的需要和特性；②根据土壤及其理化特性；③根据各种有机无机肥料的特性；④根据作物所需微量元素的特性；⑤根据作物不同生长阶段及生育期；⑥微生物肥料；⑦根据各种肥料的黏合度及色泽。

（4）*混合搅拌*　可采用双轴立式或卧式搅拌机，搅拌时间按机组要求进行，转速为 60～70 转/分。

（5）*制粒*　目前常采用的制粒方法主要有以下三种：挤压制粒、双辊制粒和圆盘制粒。制粒的关键是控制加水量和均匀度，以物料的干湿和尿素加量的多少而定，一般加水量为 4%～5%。水量过多，制粒速度快，硬度差，碎料多，成形度不好；加水量过少，影响制粒速度或无法制粒。

（6）*冷却或晾晒*　冷却应采用逆风式冷却，以提高冷却效果，也可采用自然晾晒。

（二）粪便的生物能利用——制取沼气

沼气是农作物秸秆、杂草和人畜粪便等有机质在厌氧条件下经微生物分解所产生的一种以甲烷为主的可燃性气体。利用动物粪便生产沼气需要一定的投资，其次是保证一定的条件，主要包括：① 要保持无氧环境，厌氧发酵是甲烷微生物新陈代谢的先决条件；② 原料必须进行预处理，秸秆要铡短，与粪便要合理搭配，碳∶氮以 25∶1 时产气量最大；③ 沼气液的酸碱度以中性为适宜，可用 pH 试纸测定，以鸡粪为主的发酵容易酸化，偏酸时用石灰水或草木灰中和；④ 温度对沼气的发酵影响较大，沼气菌发酵的最佳温度为 35℃；⑤ 沼气发酵启动时最好有 30%的接种物，每隔 6～10 天换料一次，换料时先出料后进料。

粪便发酵分解后，约 60%的碳素转变为沼气，而氮素损失很小，且转化为速效养分，因而肥效高。一般固形物经发酵后还剩 50%废液。这种废液呈黑色黏稠状，无臭味，不招苍蝇，施与农田肥效良好，沼渣中尚含有植物生长素类物质，可使农作物和果树增产，沼渣可做花肥，做食用菌培养料，增产效果较好。

必须注意，生物热消毒法虽然对粪便消毒很好，可以杀灭许多种传染性病原，但对于发生一类传染病时所产生的粪便及其他污物，必须进行焚烧处理。

（三）土地还原法

即把动物粪便直接施入农田，但应注意：将粪便施入土壤后需要经过翻耕，使鲜粪尿在土壤中分解，以免造成污染和散发恶臭。其次，粪便施入土壤后一般经过 3～5 天后，微生物活动最旺，2 周后有机质才能分解，因此，一定要避开这段时间才能播种。此外，此法只适用于健康动物生产的粪便。

（四）干燥法

养殖生产过程中的粪便，可以通过粪便加工厂利用高温将湿粪加热或烘干，使水分迅速减少。粪便干燥法有机械干燥和自然干燥。机械干燥法主要有微波干燥法、热喷炉法、转炉式干燥法、自走搅拌机干燥法等，一般干燥前，要先将粪便摊开晾晒，使水分降至 30%～40%，而后再干燥处理。如配合固液分离机，将含水量高的粪便送入固液分离装置，可提高粪便处理效率，不受天气影响和少占场地。自然干燥即每天

将收集的粪便（一般为干法清粪工艺）及时地放置在晒粪场晒干，筛去杂质，捣碎后装袋。该方法制备的粪便可长期保存，但此法受天气影响较大。

六、发病动物产品的消毒处理与病死动物尸体的无害化处理

发病动物和病死动物是传染性疾病的重要传染源，这些动物及其产品的处理对动物传染病和人类疾病的预防和控制十分重要，必须加以严格处理和消毒。

（一）发病动物产品的无害化处理

1. 血液的消毒

（1）漂白粉消毒法　确认为炭疽、鼻疽、牛瘟、牛肺疫、恶性水肿、气肿疽、狂犬病、羊快疫、羊肠毒血症、肉毒梭菌中毒症、羊猝疽、非洲猪瘟、猪瘟、口蹄疫、猪传染性水疱病、猪密螺旋体痢疾、急性猪丹毒、马流行性淋巴管炎、马传染性贫血病、马鼻腔肺炎、马鼻气管炎、蓝舌病、牛鼻气管炎、黏膜病、钩端螺旋体（已黄染肉尸）、李氏杆菌病、布鲁氏菌病、鸡新城疫、鸡马立克氏病、禽流感、小鹅瘟、鸭瘟、兔病毒性出血症、野兔热、兔产气荚膜梭菌病等传染病和恶性肿瘤、或两个器官发现肿瘤的患病动物以及血液寄生虫病等，动物的血液可采用漂白粉处理，即将 1 份漂白粉加入 4 份血液中充分搅匀，放置 24 小时后在专设废弃物掩埋的地点掩埋。

（2）高温处理　患猪肺疫、猪溶血性链球菌病、猪副伤寒、结核病、副结核病、禽霍乱、传染性法氏囊病、鸡传染性支气管炎、鸡传染性喉气管炎、羊痘、山羊关节炎脑炎、绵羊梅迪/维斯纳病、弓形虫病、梨形虫病、锥虫病等，动物的血液可以采用高温处理，即将已凝固的血液切划成豆腐方块，放入沸水中烧煮，至血块深部呈黑红色并成蜂窝状时为止。

2. 毛皮的消毒　毛皮的消毒是控制和消灭炭疽的重要措施之一，也是控制其他传染病和保证皮毛安全无害的最有效的手段。凡调进的毛、皮，在出厂前都必须进行严格的消毒。皮毛的消毒方法应按所患传染病病原的抵抗力来考虑，做到既要杀灭病原，又不损坏皮毛。

常用的消毒方法有：

（1）福尔马林蒸气消毒法　适用于被炭疽杆菌芽孢污染的皮毛及各

种动物的皮毛和被污染的干皮张、毛、羽和绒。一般在密闭的房间内进行。消毒室总容积不超过 10 米^3，消毒室温度应控制在 50℃左右，湿度调节在 70%～90%，按加热蒸发甲醛溶液 80～300 毫升/米^3 的量通入甲醛气体，用药后封闭 24 小时。本法的缺点是对皮毛组织有一定的损伤。

（2）环氧乙烷气体熏蒸消毒　此法是近年国内外普遍使用的一种消毒法。适用于怀疑被炭疽杆菌、口蹄疫病毒、沙门氏菌、布鲁氏菌污染的干皮张、毛、羽和绒。环氧乙烷穿透力和扩散力都很强，可杀灭细菌及芽孢、真菌、病毒等病原体。消毒方法是将皮毛放置在密闭的消毒库或特制的聚氯乙烯密闭篷幕内，码成垛，但高度不超过 2 米，各垛之间保持适当距离，以利于气体穿透和人员操作。然后按 400～700 克/米^3 的用量导入环氧乙烷。对炭疽杆菌芽孢污染的物品，用药量为 0.8～1.7 千克/米^3，篷内湿度为 30%～50%，温度为 25～40℃，熏蒸 24～48 小时。消毒结束后，打开封口，通风 1 小时。

本方法简便易行，可用于大批量消毒生产皮张，省时、省力，适用于病皮、健皮，对皮毛的质量无影响，故一般较大的肉联厂或皮毛加工厂多采用此法消毒皮毛。

（3）盐酸食盐溶液消毒　本法简便、成本低廉、效果较好，适用于被鼻疽、牛瘟、牛肺疫、恶性水肿、气肿疽、狂犬病、羊快疫、羊肠毒血症、肉毒梭菌中毒症、羊猝疽、马流行性淋巴管炎、马传染性贫血病、马鼻腔肺炎、马鼻气管炎、蓝舌病、非洲猪瘟、猪瘟、口蹄疫、猪传染性水疱病、猪密螺旋体痢疾、急性猪丹毒、牛鼻气管炎、黏膜病、钩端螺旋体（已黄染肉尸）、李氏杆菌病、布鲁氏菌病、鸡新城疫、鸡马立克氏病、禽流感、小鹅瘟、鸭瘟、兔病毒性出血热、野兔热、兔产气荚膜梭菌病等传染病污染的毛皮和一般动物毛皮的消毒。

具体方法是：将 2.5%盐酸溶液和 15%食盐水溶液等量混合，然后将皮张浸泡在此溶液中，并使液温保持在 30℃左右，浸泡 40 小时，皮张与消毒液之比为 1∶10（质量/体积）。浸泡后捞出沥干，放入 2%氢氧化钠溶液中，以中和皮张上的酸，再用水冲洗后晾干。也可按 100 毫升 25%食盐水溶液中加入 1 毫升盐酸的比例配制消毒液，在 15℃条件下浸泡 48 小时，皮张与消毒液之比为 1∶4。浸泡后捞出沥干，再放入 1%氢氧化钠溶液中浸泡，以中和皮张上的酸，再用水冲洗后晾干。此消毒法的缺点是浓度不易掌握，浓度高时易损伤皮张。

（4）过氧乙酸浸泡消毒　适用于怀疑污染任何病原微生物的动物新

鲜毛皮、盐湿皮、毛、羽和绒的消毒。方法是将待消毒的皮、毛、羽和绒浸入新鲜配制的2%过氧乙酸溶液中，溶液须高于物品表面10厘米。浸泡30分钟后捞出，用水冲洗后晾干。

（5）*碱盐液浸泡消毒* 用于被炭疽、鼻疽、牛瘟、牛肺疫、恶性水肿、气肿疽、狂犬病、羊快疫、羊肠毒血症、肉毒梭菌中毒症、羊猝疽、马流行性淋巴管炎、马传染性贫血病、马鼻腔肺炎、马鼻气管炎、蓝舌病、非洲猪瘟、猪瘟、口蹄疫、猪传染性水疱病、猪密螺旋体痢疾、急性猪丹毒、牛鼻气管炎、黏膜病、钩端螺旋体（已黄染肉尸）、李氏杆菌病、布鲁氏菌病、鸡新城疫、鸡马立克氏病、禽流感、小鹅瘟、鸭瘟、兔病毒性出血症、野兔热、兔产气荚膜梭菌病等传染病污染的皮毛消毒。消毒时将病皮浸入5%碱盐液（饱和盐水内加烧碱），室温（17～20℃）浸泡24小时，并随时加以搅拌，然后取出挂起，待碱盐液流净，放入5%盐酸液内浸泡，使皮上的酸碱中和，捞出，用水冲洗后晾干即可。

（6）*石灰乳浸泡消毒* 该法用于口蹄疫和螨病病皮的消毒。配制消毒液时，将1份生石灰加1份水制成熟石灰，再用水配成10%或5%混悬液，即石灰乳。消毒口蹄疫动物的皮张时，石灰乳的浓度为10%，浸泡2小时后取出晾干；螨病病皮的消毒所需石灰乳的浓度为5%，浸泡12小时后取出晾干。

（7）*盐腌消毒* 该法用于布鲁氏菌病动物的皮张的消毒。消毒时，将相当于皮重15%的食盐均匀撒于皮的表面。一般毛皮腌制2个月，胎儿毛皮腌制3个月。

（8）^{60}*钴辐射消毒* 适用于可疑污染任何病原微生物的珍贵毛皮的消毒，剂量为250拉德。

3. 骨、蹄、角的消毒 对杂骨的消毒，一般在堆积杂骨的场地进行，对杂骨进行散装消毒的方法有高压蒸煮法、化学消毒液浸泡法及喷洒消毒法等。

（1）*过氧乙酸浸泡消毒* 适用于怀疑污染任何病原微生物动物的骨、蹄、角。方法是将待消毒的骨、蹄、角浸入0.3%过氧乙酸溶液中，液面须高于物品表面10厘米，浸泡30分钟后捞出，用水冲洗后晾干。

（2）*高压蒸煮消毒* 适用于怀疑被炭疽杆菌、口蹄疫病毒、沙门氏菌、布鲁氏菌污染的骨、蹄和角。方法是将骨、蹄和角放入高压锅内，蒸煮至骨脱胶或脱脂时为止。

（3）*甲醛水溶液浸泡消毒* 本法适用于疑似污染一般病原微生物的骨、蹄和角。方法是将待消毒的骨、蹄、角浸入新鲜配制的1%甲醛溶液中，30小时后捞出，用水冲洗后晾干。

（4）*消毒剂喷洒消毒* 适用于未消毒的骨、蹄和角的外包装。消毒时，先将骨、蹄和角堆积20～30厘米厚，用含有效氯3%～5%的漂白粉溶液或3%～5%的来苏儿溶液或4%克辽林溶液进行喷雾消毒。也可用新鲜配制的0.3%过氧乙酸溶液。夏季可在消毒液中加0.3%～0.5%的敌敌畏，以杀灭其中的蝇蛆害虫。消毒后待药液干后即可包装调运。

（二）病死动物尸体的无害化处理

1. 销毁 确认为炭疽、鼻疽、牛瘟、牛肺疫、恶性水肿、气肿疽、狂犬病、羊快疫、羊肠毒血症、肉毒梭菌中毒症、羊猝疽、马流行性淋巴管炎、马传染性贫血病、马鼻腔肺炎、马鼻气管炎、蓝舌病、非洲猪瘟、猪瘟、口蹄疫、猪传染性水疱病、猪密螺旋体痢疾、急性猪丹毒、牛鼻气管炎、黏膜病、钩端螺旋体（已黄染肉尸）、李氏杆菌病、布鲁氏菌病、鸡新城疫、鸡马立克氏病、禽流感、小鹅瘟、鸭瘟、兔病毒性出血症、野兔热、兔产气荚膜梭菌病等传染病和恶性肿瘤或两个器官发现肿瘤的病畜禽整个尸体，以及从其他患病动物各部分分割下来的病变部分和内脏都需要经过销毁处理。

销毁时，应采用密闭的车辆运送尸体。销毁方法有两种：湿法化制和焚毁。湿法化制是指将整个尸体投入湿化机内进行化制（熬制工业用油）；焚毁是将整个尸体或割除下来的病变部分和内脏投入焚化炉中烧毁炭化。

2. 化制 病变严重、肌肉发生退行性变化、除上述传染病以外的其他传染病、中毒性疾病、囊虫病、旋毛虫病及自行死亡或不明原因死亡的动物整个尸体和内脏，应采用化制的方法进行无害化处理。

3. 深埋 过去一般主张对病死动物尸体和其产品进行深埋处理，但是需要注意的是，深埋可能带来很大隐患。深埋的尸体有可能在自然环境（洪水冲刷、地震等）或者人为（开山、采矿）因素的影响下，暴露在土壤表面，使得一些抵抗能力强的细菌或病毒等病原有机会重新回到地表，再次感染人、动物等。另一方面，深埋的发病动物尸体内的病原微生物可能会通过渗透作用而污染地下水。此外，即使深埋地点不受到任何外在因素的破坏而暴露，但其上面生长的植物可能会通过广泛伸展根茎的生长把深埋在地下的病原再次带上地表。所以，为确保病原微

生物彻底无害化，对病死动物尸体的处理最好不要采用深埋的方法。

七、家禽孵化室与种蛋的消毒

（一）孵化室消毒

除进行机械性清除和消毒药物进行常规消毒外，可以采用熏蒸法消毒，即按每立方米用福尔马林 20 毫升、高锰酸钾 10 克熏蒸 20 分钟，然后通风换气。种蛋入孵后 12 小时，关闭孵化器通风口，按每立方米用福尔马林 14 毫升、高锰酸钾 7 克熏蒸消毒 20 分钟，然后打开通风口通风换气。雏鸡出壳以后，在绒毛未干之前，关闭出雏室通风口，按每立方米用福尔马林 7 毫升、高锰酸钾 3.5 克熏蒸 1 小时，然后通风换气。

（二）种蛋消毒

鸡蛋从鸡舍拣出时，蛋壳表面携带大量细菌和病毒，这些病原可能侵入蛋体内，破坏鸡蛋品质，也可能因与人手接触而传染病原。对于种蛋库而言，较高的相对湿度能减少蛋内水分的蒸发，提高孵化率，但湿度高又会促使霉菌的滋长，从而影响其孵化率和雏鸡质量。因此，种蛋消毒十分必要。目前，常用的消毒方法有：

1. 浸泡消毒 可选用 0.1%新洁尔灭溶液或 1∶3 000 百毒杀消毒液浸泡擦洗消毒。此法适用于少量种蛋的消毒。

2. 熏蒸消毒 种蛋在收集后尽早集中消毒，在密闭的种蛋库内，按每立方米用福尔马林 20 毫升、高锰酸钾 10 克熏蒸，20 分钟后通风换气。

3. 臭氧消毒 化学熏蒸和药液喷雾消毒方法虽然费用很低，但却可能产生化学物质的残留。臭氧具有杀菌力强、杀菌谱广、可自行分解、不产生残留污染等优点，对霉菌的杀灭效率极高。利用臭氧水对鸡蛋进行浸泡消毒，可以彻底杀灭其表面的各种细菌、病毒。在蛋库安装臭氧杀菌消毒防霉保鲜系统，长期维持库内一定的臭氧浓度（集中进出货时停机），可以显著减少蛋壳表面的微生物数量，既能满足客户对鸡蛋卫生的要求，又能延长鸡蛋保鲜时间。蛋库中臭氧浓度一般在 0.5～1.5 毫升/米^3（0.5～1.5ppm）范围内即可。

据报道，英国公司研究出了鸡蛋消毒新技术，利用这项技术，将新鲜鸡蛋放在特制的炉中，进行适度加热，就能杀灭沙门氏菌，同时鸡蛋

仍然是生鸡蛋，鸡蛋的质量和口味等基本不受影响，只是蛋清略微发白。鉴于不少食品是直接由生鸡蛋制得，所以沙门氏菌对消费者健康的危害依然不可忽视。

（姜平）

第二节　水产养殖场的消毒技术

水产养殖场主要养殖鱼类，通常将养殖鱼类分为淡水鱼及海水鱼或温水鱼及冷水鱼，除鱼类外，还有爬行类如中华鳖、鳄鱼；两栖类如牛蛙、大鲵；甲壳类如河虾、对虾、蟹以及贝类等水产动物。

这些水产动物是人类的另外一种食物来源，水产动物是否健康，直接关系到人类的健康。搞好水产养殖场的消毒，是预防水产动物疾病发生，提高鱼种、鱼苗成活率，提高水产动物养殖产量的最有效的措施之一。

水产动物主要生活在水环境中，水环境的优劣，病原体的多少、鱼的自身免疫力的强弱，都关系到鱼类的健康。根据鱼病产生的原因，大体可分为细菌性疾病、病毒性疾病、真菌性疾病、寄生虫性疾病、环境营养因素等引起的疾病等。

一般水产养殖场的消毒主要包括种苗鱼体消毒、饵料消毒、食场消毒、工具消毒、池塘消毒、周围环境消毒等。除此，还需要定期对池塘进行清淤整理和消毒。

一、种苗鱼体消毒

鱼种、鱼苗的体表、鳃部等常有病原体寄生和附着。在投放鱼种、鱼苗时，应首先用药物对鱼体、鱼表进行浸泡消毒，杀死寄生在鱼鳃、鱼体表面的细菌、病毒和寄生虫等病原体，这是积极预防鱼病，提高鱼种、鱼苗成活率的最有效的措施之一。在商品鱼养殖过程中，在疾病流行季节，对鱼体进行消毒，可防控疾病发生，提高商品鱼的产量。

（一）种苗鱼体表常见病原体

1. 细菌性病原体

（1）嗜水气单胞菌（*Aeromonas hydrophila*）　属弧菌科、气单胞菌属。目前该属有 13 种，如豚鼠气单胞菌、温和气单胞菌、杀鲑气单

胞菌等。嗜水气单胞菌广泛存在于淡水、污水及土壤等环境中，可引起鱼的急性细菌性出血性败血症或慢性皮肤溃疡。该菌是革兰氏阴性短杆菌，也有稍弯曲，无芽孢、无荚膜，多数单个，少数双个排列，极生单鞭毛，可引起鲢、鳊、鲫、黄鳝、甲鱼、青蛙等水生动物感染发病，主要表现症状为全身大面积出血；黄鳝亦以出血性败血症为主要特征；甲鱼主要表现为红底板，在水温高的夏秋季节可致暴发，死亡率达 70% 以上。

(2) 柱状屈桡杆菌（*Flexibacter columnaris*） 属纤维黏菌科。革兰氏阴性杆菌，菌体细长，柔韧，可屈桡，大小为 0.5 微米×4～48 微米，无鞭毛。可引起鱼的细菌性烂鳃病，主要表现为鱼鳃盖内表面的皮肤充血发炎，中间部分糜烂成一圆形或者不规则的小洞，俗称“开天窗”。最易感的鱼主要是青鱼和草鱼。

(3) 豚鼠气单胞菌（*Aeromonas caviae*） 又称为肠型点状气单胞菌或点状气单胞菌，属弧菌科、气单胞菌属，为革兰氏阴性短杆菌，端生单鞭毛，无芽孢。该菌主要危害草鱼、青鱼，鲤、鳙鱼也有少量发生。从鱼种至成鱼都可受害，可引起鱼的细菌性肠炎，死亡率高，一般死亡率在 50%左右，严重时死亡率可高达 90%以上。

(4) 屈桡杆菌（*Flexibacter* sp.） 引起鱼的白头白嘴病，为革兰氏阴性杆菌，菌体大小为 0.8 微米×5～9 微米，无鞭毛，能滑动。该菌能引起一种暴发性疾病，在我国长江和西江流域各养鱼地区都有不同程度的流行。主要危害夏花鱼种，草鱼、青鱼、鲢、鳙、鲤等鱼苗和夏花鱼种都可发病，尤其对草鱼危害最大。发病迅猛，一日之间能使成千上万夏花鱼种死亡，严重时病池中的野杂鱼，甚至蝌蚪也会感染死亡。

(5) 鳗弧菌（*Vibrio anguillarum*） 属弧菌科、弧菌属。弧菌病是海水鱼类最常发生的细菌性疾病，弧菌可感染海水鱼类和淡水鱼类，为革兰氏阴性短杆菌，菌体直或稍弯，两端圆形，单个或 2 个相连，没有荚膜，不抗酸，通常为极端单鞭毛，也有丛生鞭毛。主要感染海水品种有鲆鲽类、鲑鳟类、鲷类、鳗鲡等，主要经消化道和受伤皮肤感染，海水鱼中该病较多；高密度饲养，水质不良，变质饲料是诱发因素。该病流行于欧洲、美国、日本及中国等，死亡率高。

2. 病毒性病原体

(1) 草鱼呼肠孤病毒（Grass carp hemorrhage virus，GCV） 属呼肠孤病毒科、水生呼肠孤病毒属，是我国分离的第一株鱼类病毒，可引起草鱼出血病发生。草鱼出血病是鱼种培育阶段一种广泛流行、危害性

大的病毒性鱼病，流行季节长，发病率高，常造成大批草鱼鱼种死亡，死亡率高达 90%以上。在我国草鱼养殖地均有发生，给水产养殖业造成巨大损失。草鱼、青鱼都可发病，但主要危害草鱼，2.5～15 厘米大小的草鱼都发病。

(2) *鲤春病毒血症病毒* (Spring viraemia of carp virus，SVCV) 属弹状病毒科、水疱病毒属，可引起鲤春病毒血症，在欧洲广为流行，死亡率可高达 80%～90%，主要危害 1 日龄以上的鲤鱼，鱼苗、鱼种很少感染，只流行于春季（水温 13～20℃），水温超过 22℃时就不再发病，所以叫鲤春病毒血症。该疾病是必须向 OIE 申报的疾病之一。

3. 真菌性病原体

(1) *霉菌* 在我国淡水鱼类体表及卵上发现的霉菌共有十多种，其中最常见的是属于水霉（*Saprolegnia*）和绵霉（*Achlya*）两个属的种类，属水霉科。常见种类有新株形异霉、反常异霉、同丝水霉、两性绵霉等。

此病主要症状是伤口长出白色的棉絮状的菌丝，与伤口的细胞组织粘连后分泌大量蛋白分解酶，使组织坏死，鱼游动失常，食欲减退，最后衰竭死亡。该菌对宿主无选择性，可以感染各种淡水鱼类，并且从卵到成鱼各个发育阶段均可感染。

(2) *鳃霉菌*（*Branchiomyces* spp.） 主要寄生在鱼鳃上引起鳃霉病。从菌丝的形态和寄生情况来看，我国淡水鱼类寄生的鳃霉，有两种不同的类型。一种是寄生在草鱼鳃上的鳃霉，其菌丝较粗直而少弯曲，通常单枝延长生长，分枝很少，菌丝在鳃小片的组织中生长，不进入血管和软骨。菌丝直径约 20～25 微米；孢子较大，直径为 7.4～9.6 微米。另一种是寄生在青鱼、鳙、鲮、黄颡鱼鳃上的鳃霉，其菌丝较细而壁厚，通常弯曲成网状，分枝特别多，分枝沿鳃丝血管或穿入软骨生长，纵横交错，充满鳃丝和鳃小片。菌丝直径 6.1～21.6 微米，孢子较大，直径为 4.8～8.4 微米。

我国的广东、广西、浙江、江苏、上海等地均有流行，主要危害草鱼、青鱼、鳙、鲮、金鱼、鲢、鳗等多种养殖鱼类的幼鱼，以苗种阶段为甚。鳃霉病的流行，除地理条件外，池塘的水质状况是主要因素，水质恶化，特别是有机质含量过高、又脏又臭的池塘，最易流行鳃霉病。

4. 寄生虫性病原体

(1) *飘游鱼波豆虫*（*Ichthyobodo necatrix*） 属动基体目、波豆科，可引起鱼的波豆虫病。此病是世界性鱼病，在我国各地均有发现。水温 4～30℃均能发病，但飘游鱼波豆虫的最适繁殖温度是 12～25℃，

因此一般流行于春秋两季。该病对鱼苗、鱼种危害最为严重，危害各种温水及冷水性淡水鱼，如草鱼、鲢、鳙、鲤、鲫、金鱼等都可感染。放养后 3～4 天的鱼苗或从鱼卵孵出 6 ～8 天的鱼苗即可受害，且病程短，发病后 2～3 天，病鱼即开始大量死亡。

（2）**鳃隐鞭虫**（*Cryptobia branchialia*）　属动基体目、波豆科，可引起鱼的一种寄生虫性鳃病。鳃隐鞭虫对寄主无严格的选择性，池塘养殖鱼类均能感染，全国各地均有发生，能引起鱼生病和造成大量死亡，夏花草鱼种特别敏感，以 7～9 月份最为严重。冬春季节，鳃隐鞭虫往往从草鱼鳃丝转移到鲢、鳙鳃耙上寄生，但不能使鲢、鳙发病，因鲢、鳙有天然免疫力，成为“保虫寄主”，而虫体离开该寄主后，可以在水中生活 1～2 天，即有可能从一个寄主转移到另一个寄主。

（3）**多子小瓜虫**（*Ichthyophthirius multifiliis*）　属膜口目、凹口科，引起淡水鱼小瓜虫病（又叫白点病）。多子小瓜虫寄生在淡水鱼体的鳃、皮肤、眼角膜和口腔等处，对鱼的种类及年龄没有严格选择性，全国各地均有发生。

小瓜虫的繁殖温度为 15～25℃，因此流行季节为春秋两季。对高密度养殖的幼鱼及观赏性鱼类的危害最为严重，常引起大批死亡。

（4）**车轮虫**（*Trichodina*）　有 10 多种，属缘毛目、壶形科，能引起车轮虫病。在皮肤上寄生的主要有显著车轮虫、粗棘杜氏车轮虫、中华杜氏车轮虫。寄生在鳃上的车轮虫有卵形车轮虫、微小车轮虫、球形车轮虫和眉溪小车轮虫。这类车轮虫的虫体都比较小，故将它们统称“小车轮虫”。

车轮虫寄生在多种淡水鱼、海水鱼的体表、鳃、鼻孔等处。寄生在鳃上的车轮虫病是鱼苗鱼种阶段危害较大的鱼病之一，全国各地养殖场都有流行，特别是长江流域各地区，每年 4～7 月间，鱼苗、夏花鱼种常因此病而大批死亡。此病在面积小、水浅和放养密度较大的水域最容易发生，尤其是经常用大草或粪肥沤水培育鱼苗鱼种的池塘，水质一般比较脏，是车轮虫病发生的主要场所。饲养 10 多天的淡水鱼苗，体表被大量车轮虫寄生时，鱼苗成群围绕池边狂游，呈“跑马”症状，俗称跑马病。

（5）**锚头鳋**（*Lernaea*）　属甲壳动物，桡足类，可引起鱼的锚头鳋病，又称针虫病、铁锚虫病、蓑衣虫病。常见的有四种：寄生在鲢、鳙鱼体表、口腔的叫多态锚头鳋；寄生在草鱼鳞片下的叫草鱼锚头鳋；寄生在草鱼鳃弓上的叫四球锚头鳋；寄生在鲤、鲫、鲢、鳙、乌鳢、金鱼等体表的叫鲤锚头鳋。对鱼类危害最大的为多态锚头鳋。

此病对鱼种的危害最大，一条 6～9 厘米长的鱼种，有 3～5 个锚头

鳋寄生，就能引起死亡。以秋季流行最严重。

(6) 中华鳋（*Sinergasilus* spp.） 中华鳋雌雄异体，雌虫营寄生生活，雄虫营自由生活。主要有大中华鳋（*Sinergasilus major*）和鲢中华鳋（*S. polycolpus*）。大中华鳋的雌虫寄生在草鱼鳃上，鲢中华鳋寄生在鲢鳃上。雌虫用大钩钩在鱼的鳃丝上，像挂着许多小蛆，所以中华鳋病又叫鳃蛆病。全国各地均有发生，每年4～11月均可发病，5～9月为流行盛期。

此病主要危害1日龄以上的草鱼。病鱼的鳃丝末端肿胀发白、变形，严重时，整个鳃丝肿大发白，甚至溃烂，使鱼死亡。

（二）鱼种苗、鱼体常用的消毒方法

1. 高锰酸钾消毒 本品常用于皮肤创伤消毒、肠道炎症消毒，以及止血、收敛作用；在酸性环境中高锰酸钾杀菌作用可增强，2%～5%的浓度能在24小时内杀死芽孢菌，1%的溶液加1.1%的盐酸则能在30秒内杀死炭疽芽孢。

高锰酸钾用于水产养殖中的水生动物的体表消毒，可起到防治细菌性疾病和杀灭原虫、单殖吸虫和锚头鳋等寄生虫的作用。

每立方米水用20克高锰酸钾，水温10～20℃时，浸洗鱼体1.5～2小时，主要预防锚头鳋病、指环虫病和三代虫病。每次每立方米水体2～3克全池遍洒，可预防沟鲶肠道败血症（ESC）和柱形病；在鲑鳟鱼类的苗种运输、防治鲑鳟鱼类柱状粒球黏菌病时使用浸浴，每次每立方米水体20～50克，浸浴10～15分钟。虾、蟹消毒用浸浴，每次每立方米水体2.5～5克，浸浴4～6小时后大量换水，或每立方米水体5～10克浸浴1小时，可使对虾防治丝状细菌病效果保持5～10天。对虾幼体沾污病的防治采用遍洒，每次每立方米水体0.5～0.8克，遍洒2～3小时后大量换水，隔天再遍洒一次。

使用该品对水体消毒时不宜在强日照下进行，消毒时水中有机物不宜过多，消毒的同时应注意增氧。此药液需随用随配，并尽量选用含杂质少的清水配制药液，浸洗鱼种时应尽量避免在阳光直射下进行，以免影响药效。它还有氧化毒物和改良水质的作用。

2. 漂白粉消毒 可防治鱼类的细菌性烂鳃病、白皮病、赤皮病、打印病以及对虾的瞎眼病、黑白斑病、黑鳃病、烂鳃病、弧菌病，中华绒螯蟹水肿病、蛙细菌性暴发病、鳖毛霉病、红脖子病、白斑病等。

在鱼种放养前，每立方米水用漂白粉10～20克浸洗鱼体，温度为

10～15℃，浸洗时间为 15～20 分钟，可预防鱼、虾等水生动物体表和鳃部的细菌性皮肤病和真菌病等。对对虾和中华绒螯蟹、蛙细菌性疾病每立方米水体用 0.8～2 克；每立方米水体 10 克浸浴病鳖，时间 1～5 小时，可防治鳖毛霉菌病、红脖子病、白斑病等。还用于水产养殖的水体消毒，养殖水体消毒采用全池泼洒。

3. 食盐消毒　主要用于防治水生动物的细菌、真菌或寄生虫等疾病。用 1%～3%浸浴淡水鱼 5～20 分钟，可防治细菌性烂鳃病、白头白嘴病、赤皮病、竖鳞病、真菌病等；用 0.8%～1%的食盐水溶液浸浴鳗鲡苗种 2 小时，可提高鳗鲡苗种的成活率。

4. 硫酸铜消毒　硫酸铜别名绿矾或胆矾，分子式为 $CuSO_4 \cdot 5H_2O$，为重金属盐类消毒剂，本品为深蓝色的三斜系结晶或蓝色的结晶颗粒或粉末，在水中易溶，对细菌和病毒的作用都很弱，但有强大的毒杀单细胞藻类、真菌和原生动物的效力。每立方米水体用 8 克硫酸铜，在水温 15℃以下浸洗鱼体 20～30 分钟，可杀死鳃隐鞭虫、车轮虫、斜管虫等多种寄生虫，能预防由寄生虫感染引起的疾病。将硫酸铜与漂白粉分别以每立方米 8 克与每立方米 10 克配成合剂，浸浴鱼种，在 10～15℃时为 20～30 分钟，15～20℃时为 15～20 分钟，可防治细菌性烂鳃病和赤皮病。

5. 敌百虫消毒　敌百虫别名马佐藤，为白色结晶粉末，易溶于水，主要用于杀灭寄生虫，是一种神经毒物，可刺激虫体神经极度兴奋而致麻痹，最后死亡，是一种高效低毒药物，但其药物残留时间较长，所以，在水产品即将起捕上市的养殖水体，禁止使用敌百虫。此外，使用敌百虫不要和碱性物质混用，以免生成剧毒药物敌敌畏而造成损失。每立方米用 90%晶体敌百虫 10 克，浸洗鱼体 15 分钟，可预防三代虫、指环虫、中华鳋、鱼鲺、锚头鳋等寄生虫病。

6. 甲醛消毒　用 0.1%～0.5%的福尔马林溶液浸泡加州鲈鱼 5 分钟，可杀死体表及鳃上的斜管虫；用 3×10^{-5} 福尔马林溶液全池泼洒，可治疗鳗鱼车轮虫、指环虫；用 2.5×10^{-5}～3×10^{-5} 福尔马林溶液全池泼洒，可治疗鲤鱼小瓜虫、车轮虫和固着类纤毛虫。

7. 戊二醛消毒　可杀灭细菌的繁殖体和芽孢、真菌、病毒，用 2%碱性溶液浸浴鱼体 15～20 分钟达到消毒目的。

8. 含碘（有机碘）消毒液消毒　浓度为 200～300 毫克/升的有机碘可用于浸泡消毒病原体。为了充分发挥碘的消毒作用，上述碘消毒剂宜在低 pH 条件下使用。此外，碘与汞相遇能产生有毒的碘化高汞，宜

特别注意。

二、饵料消毒

俗话说“病从口入”，对水生动物也不例外。因此，在水产养殖时，投喂的饲料必须清洁、新鲜，最好能经过消毒。切忌把死亡的家畜、家禽尸体，投到鱼池里喂鱼。对动物性饲料，如螺、蚬等一定要洗净，腐臭变质的不能用。

投喂水草时，应先在 6 毫克/升的漂白粉溶液中浸泡 20～30 分钟，或将 1 毫克/升漂白粉溶液直接洒在水草上至湿润，过 1 小时再喂。用农家肥肥水的鱼池，每 50 千克肥水中加入 12 克漂白粉消毒后，再向鱼池内均匀泼洒。

此外，配合饲料中最好按饲料量的 5%比例加入金霉素或土霉素残渣，既可起到抑菌消毒作用，又可增加营养，加速鱼类成长。

三、食场消毒

食场内常有残渣剩饵，腐败后常使病原体大量孳生，加上鱼在该处大量群集，也增加了互相传染的机会。特别在水温较高、鱼病流行季节，这种情况更可能发生。所以，要特别注意维护食场的清洁卫生，除了在日常饲养中要遵循“四定”原则，即定质、定量、定时、定点，还应该每天清洁食场，定期对食场进行消毒，控制病原体孳生。食场消毒的办法有两种。

（一）泼药（或洗刷）法消毒

将 250 克漂白粉溶在 10～15 千克水中，均匀泼洒在食场及其周围，或用来刷洗食台的芦席。鱼病流行季节每隔 10 天左右消毒 1 次，其他时间每隔半月或 1 个月消毒 1 次。在泼洒药物之前，投放鱼爱吃的饲料诱鱼前来吃食，则效果更好。用硫酸铜泼洒消毒食场时，每亩* 用药 250 克，加水溶化后泼洒在食场水面和塘边。

（二）挂篓或挂袋法消毒

1. 挂篓法 将漂白粉装在小竹篓里，悬挂在食场周围的框架上。悬挂深度根据鱼类食性而定，一般挂在水的上层或表层，若有底食性鱼

* 亩为非法定计量单位。1 亩＝666.7 米^2。

类（如青鱼），悬挂深度大约离池底饲料堆积处 20～24 厘米。悬挂在水里的竹篓要有盖盖严。每个食场挂 3～6 个篓，每个篓内放漂白粉100～150 克，每天换药 1 次，每次消毒连挂 3 天。如没有竹篓，亦可用塑料袋钻上小孔代替，但不能用布袋等易被腐蚀的容器。

2. 挂袋法 使用硫酸铜和硫酸亚铁合剂进行食场消毒时采用。用布质地要细密，每袋内装硫酸铜 100 克、硫酸亚铁 40 克。不能用竹篓代替布袋。其他同挂篓法。

四、工具消毒

常见的渔业用具有网具、鱼盆、鱼种箱、饵料桶、氧气袋、装鱼桶、增氧机、潜水泵等，上述渔具在被病原体污染过的水体中使用后，未经任何消毒处理，又被立即用到其他池塘中进行作业，是鱼病传播的常见途径。工具消毒常见方法有以下几种。

（一）甲醛溶液喷雾消毒

渔具、渔网等工具可以用 1%甲醛溶液喷雾消毒，从而达到消灭病原菌的目的。

（二）戊二醛消毒

用 1%戊二醛熏蒸养殖工具或喷雾养殖环境，可消灭病原体。

（三）新洁尔灭消毒

本品能杀灭多种细菌和真菌，对原生动物引起的虾病也有较好的治疗效果。常用于育苗、越冬工具的消毒处理，浓度为 0.2%～0.5%，消毒时间为 3 小时。

五、池塘消毒

池塘是水生动物养殖的处所，池塘的内环境主要是水体、养殖动物，俗话说“养鱼先养水”，水体的好坏直接关系到养殖动物的健康和安全。平时应对池塘进行定期消毒；在疾病流行季节，更应该加强池塘消毒，保证养殖动物健康。

（一）生石灰消毒

在细菌性烂鳃病、细菌性败血症或嗜酸性卵甲藻病流行季节，每月

每立方米水体用 20～30 克全池遍洒 1～4 次，可预防疾病的发生。

（二）漂白粉消毒

在疾病流行季节，每立方米水体用量 1～1.5 克，也可用于黄土粉拌匀全池遍撒；第二日再用苦参煎汁，以每立方米水体用量 1.12～1.5 克遍洒，防治鱼类细菌性烂鳃病、赤皮病、打印病、疥疮病等。

（三）微生态制剂消毒

我国微生态制剂在水产养殖业中的应用研究开始于 20 世纪 80 年代初期，最早应用于养殖业的微生态制剂是“光合细菌”，主要用于调节养殖水质。在对光合细菌的培养、扩增、保存技术及应用效果研究工作基础上，又相继开发出乳酸杆菌属、双歧杆菌属、弧菌属、假单胞菌属、芽孢杆菌属的众多种类及硝化细菌等。

BM 生态制剂又称 BM 原露，在水产养殖中应用 BM 生态制剂对有害病原体有很强的抑制和灭杀效果，减轻动物的发病率和死亡率。BM 生态制剂用水稀释后泼洒，每立方米水体，第 1 次 5 毫升，间隔 10 天，第 2 次 2 毫升，20 天后视水体情况使用，用于改善水质，防止病原体感染。

六、池塘清整消毒

鱼塘的积淤厚度一般以每年 10 厘米左右的速度递增。池塘保留适宜厚度（15～20 厘米）的淤泥能起到保肥、供肥和缓冲水质等作用，但淤泥过厚，会对水产养殖带来危害，必须清淤改良。池塘清淤时先排干池水，进行人工或机械（泥浆泵）清淤或借助潜走式水下清淤机进行带水清淤，也可以在池塘中种植一些挺水或沉水植物，改良底质。

每次投放鱼种前，需根据情况对上一年养过鱼的池塘进行清整消毒，以防止和消灭病害，确保新放鱼苗的成活率。清除塘内黑色淤泥和杂草、野生鱼，平整池底，并经冬季阳光曝晒。鱼塘经过修整后，可根据当地实际情况，选择以下药物进行消毒处理，以杀死野杂鱼、水生昆虫、底栖生物和各种病原体。

（一）生石灰清塘法

可采用干水清池或带水清池两种方法。干水清池，每亩用生石灰 50～75 千克。先挖几个小坑，将生石灰倒入坑内，用水溶化成糊状，

然后向周围池底泼洒，最好用木耙将池底耙一遍，使底泥和石灰充分拌和，达到彻底消灭病害的目的，可迅速清除野鱼、大型水生生物、细菌，尤其是致病菌，对虾池底泥中弧菌杀灭可达 80%～90%；带水清池，水深 1 米时，每亩用生石灰 125～150 千克，加水充分稀释后，全池泼洒。石灰清塘后，必须隔 1～2 周才能投放鱼苗。

（二）漂白粉清塘法

干水清池每亩用药量为 7.5～10 千克，加水充分稀释后均匀泼洒全池。带水清池时每平方米水面，水深 1 米时用含氯 30%的漂白粉 20 克，用瓷盆溶化后，再用水瓢全池泼洒，可杀灭细菌、寄生虫等病原体，以及野生杂鱼和其他敌害生物。此法清塘 1 周后方可投放鱼苗。

（三）生石灰、漂白粉混合清塘法

每平方米水面、水深 1 米时，用生石灰 100 克、漂白粉 10 克，混合加水溶解后全池泼洒。1 周后方可投放鱼苗。此法比单独用漂白粉或生石灰的效果要好得多。

七、水体消毒

良好的水质生态环境是预防鱼病发生的基本前提，养殖水质必须符合国家渔业水质标准（GB11607－89），要求色、臭、味：不得使鱼、虾、贝、藻类带有异色、异臭、异味；漂浮物质：水面不得出现明显油膜或浮沫；pH：淡水 6.5～8.5，海水 7.0～8.5；溶解氧：连续 24 小时中，16 小时以上必须大于 5，其余任何时候不得低于 3，对于鲑科鱼类栖息水域冰封期，其余任何时候不得低于 4；大肠菌群：每立方米水体小于等于 5 000 个，供人生食的贝类养殖水质小于等于 500 个；粪大肠菌群：每立方米水体小于等于 2 000 个，供人生食的贝类养殖水质小于等于 140 个。

改变“老水死水”养鱼习惯，添加增氧设备，经常排放“老水死水”，换进新水，减少池塘病原体的密度。同时通过换进新水与增氧机结合，增加水中的溶氧量，改善池塘中水环境，增加生物量。鱼类适宜生长在中性或微碱性的水体中，养鱼池有机质存量大，水质常呈酸性。因此，要定期从鱼塘取水样测 pH、溶氧和氨态氮，至少 2 周 1 次。如果出现每立方米水体有 72 克铵离子时，则必须换去鱼塘水 1/3，最好

换入含有浮游植物比较丰富的池塘水来改善水质，增加水中溶氧。如有必要，可每天用增氧机增氧1～2小时。定期用生石灰、漂白粉等水质改良剂消毒。生石灰不仅能中和淤泥中的各种有机酸，使池塘水体呈微碱性，适应鱼类生长，还能矿化淤泥，净化水底，调节水体pH，杀灭病原菌，对鱼类的细菌性疾病有防治作用。常年养鱼，平均水深1米的池塘每亩用生石灰20～25千克化水全池泼洒消毒，每半月1次，使鱼处在最佳的生长水域环境中。

八、周围环境消毒

水产动物养殖场周围道路、化验室、库房等要定期进行消毒，首先对周围环境要进行整修，清理杂草、污物和垃圾；道路要平整，定期用0.1%新洁尔灭或0.1%高锰酸钾溶液喷洒消毒；对化验室要定期用紫外灯消毒；对存放渔具的库房要定期用1%甲醛熏蒸消毒。

九、水体消毒效果的检测

水体是水生动物生活的环境，也是微生物广泛分布的天然环境。各种天然养殖水体中常含有一定数量的微生物和寄生虫（卵）。水中微生物和寄生虫（卵）的主要来源有：水中水生性的，来自土壤径流、降雨和空气尘埃，外来的以及来自下水道污染物和人兽的排泄物等。水中的病原体主要来源于人和动物的排泄物。因此，检测养殖水体的微生物含量，可以检测一定程度的消毒效果。养殖水体的主要微生物含量参考指标是测定水体的细菌总数和大肠菌群。

十、化学消毒剂和药物使用的原则

要求使用广谱性、高效性、长效性、安全性、方便性，以及成本、投入产出比高的消毒剂。

1. 尽量使用不污染环境且成本低的药物。

2. 放养前的清塘及水体消毒，用药浓度宁大勿小，以达到彻底杀灭敌害生物的目的。

3. 放苗前的水体消毒要安排足够的时间，一定要待药性失效后才能放入鱼苗。

4. 养殖期间的水体消毒，要合理掌握药物浓度，既要达到杀灭敌害生物的目的，又不至于伤害水生动物。

5. 禁止使用禁用的农药、化肥、兽药和渔药等（表7-2）。

表 7-2　主要禁用药物和限制使用药物

药物名称	禁用或限制使用范围
硝酸亚汞、醋酸亚汞、二氯化汞	仅用于观赏鱼类（仅限浸洗用）
孔雀石绿	仅用于观赏鱼类（仅限浸洗用）
有机氯农药	禁用于全部水生动物
菊酯类农药（除溴氰菊酯外）	禁用于全部水生动物

（费荣梅）

第三节　传染病疫源地的消毒技术

一、疫源地的概念与区域划分

在一定条件下，传染源向其周围传播病原体所能波及的地域称为疫源地，包括传染源、被污染的动物圈舍、牧场、活动场所以及这个范围内的可疑动物和储存宿主。疫源地能不断向外界扩散和传播病原体，威胁其他地区人员和动物的安全。搞好疫源地消毒是防止传染病发生和流行、控制和扑灭传染病的重要措施之一。通常把范围较小的疫源地或单个传染源所构成的疫源地称为疫点（epidemic spot）。若干疫源地连成片并且范围较大时称为疫区（epidemic area）。

二、疫点的消毒

（一）疫点消毒的原则和程序

1. 疫点消毒的原则

（1）实施消毒的时间　疫源地实施消毒的时间越早越好。动物卫生防疫监督机构在接到快报动物疫情报告后，应在 6～12 小时内实施消毒，其他非快报动物疫病在 12～48 小时内实施消毒。消毒持续时间应根据动物疫病流行情况及病原体监测结果确定。根据国家《动物疫情报告管理办法》，有下列情形之一的必须快报：发生一类或者疑似一类动物疫病；二类、三类或者其他动物疫病呈暴发性流行；新发现的动物疫情；已经消灭又发生的动物疫病。县级动物卫生防疫监督机构和国家动物疫情测报点确认发现上述动物疫情后，应在 24 小时内报至国家兽医

部门。

（2）*实施消毒的范围* 消毒的范围应为可能被传染病动物排出病原体污染的范围或根据疫情监测的结果确定。

（3）*消毒方法的选择* 应根据消毒剂的性能、消毒对象及病原体种类而定。尽量避免损害消毒对象和造成环境污染。

（4）*疫点消毒中的杀虫、灭鼠* 吸血昆虫、鼠类在疫病传播上具有重要作用，在对疫源地实施消毒的同时，应做好疫源地的杀虫、灭鼠工作。

2. 疫点消毒的程序

（1）消毒人员在接到疫源地消毒通知后，应立即检查所需消毒工具、消毒剂和防护用品，做好一切准备工作，并迅速赶赴疫点实施消毒。

（2）消毒人员到达疫点，了解动物发病及活动场所情况，禁止无关人员进入消毒区域。

（3）更换工作服（隔离服）、胶鞋，戴上口罩、帽子，必要时戴上防护眼镜。

（4）丈量消毒面积或体积，配制消毒药。

（5）消毒时，先消毒有关通道，然后再对疫点进行消毒。消毒时应先上后下，先左后右，从里到外，按一定顺序进行。

（6）消毒完毕后，及时将衣物脱下，将脏的一面卷在里面，连同胶鞋一起放入消毒液桶内，进行彻底消毒。

（二）疫点消毒对象和方法的选择

1. 疫点消毒的对象 包括患病动物所在的圈舍、隔离场地、动物尸体、排泄物、分泌物及被病原体污染和可能被污染的一切场所、用具和物品等。疫源地消毒对象的选择，应根据所发生传染病的传播方式及病原体排出途径的不同而有所侧重。在实施消毒的过程中，应抓住重点，保证疫源地消毒的实际效果。如肠道传染病，消毒对象主要是发病动物排出的粪便，以及被其污染的物品、场所等；呼吸道传染病，则主要是消毒空气、分泌物及污染的物品等。

2. 疫点消毒方法的选择 应根据病原体的种类及消毒对象的具体情况进行选择。消毒排泄物、分泌物、垃圾等废弃物时，只需考虑消毒效果。而消毒那些有价值的物品时，则应注意既不损坏被消毒物品，又要保证确实的消毒效果。如金属笼具等不能使用具有腐蚀性的消毒剂

等；对饲槽、饮水器等的消毒，不宜使用有毒的化学消毒剂；对含有大量的有机物的环境及污物消毒时，不但消耗消毒剂，而且由于蛋白质的凝固而对微生物起保护作用，故不宜用凝固蛋白质性能强的消毒剂。垂直光滑的表面，喷洒药物不易滞留，应用消毒液冲洗或擦洗；粗糙的表面，易于滞留药物，可进行消毒液喷雾处理。

（三）疫点各种消毒对象的消毒方法

1. 排泄物和分泌物的消毒　患病动物的排泄物（粪、尿、呕吐物等）和分泌物（脓汁、鼻液、唾液等）中含有大量的病原体及有机物，必须及时、彻底地进行消毒。消毒排泄物和分泌物时，常按其量的多少用倍量的10%～20%漂白粉或乳液或1/5量的漂白粉干粉与其作用2～6小时，也可使用0.5%～1%的过氧乙酸作用1小时。

2. 饲槽、水槽、饮水器等用具的消毒　使用化学消毒剂消毒时，宜选用含氧制剂或过氧乙酸，以免因消毒剂的气味影响动物采食或饮水。消毒时，通常是将其浸于1%～2%漂白粉澄清液或0.5%的过氧乙酸中作用30～60分钟，或将其浸于1%～4%的氢氧化钠溶液中6～12小时。消毒后应用清水将饲槽、水槽、饮水器等冲洗干净。对饲槽、水槽中剩余的饲料、饮水等也应进行消毒。

3. 圈舍、场地的消毒　密闭性能好的圈舍，可使用熏蒸法消毒；密闭性能差的圈舍以及场地，可使用消毒液喷洒消毒。在消毒墙壁、地面时，必须保证所有地方都喷湿。在严重污染的地方应反复喷洒2～3次，或掘地30厘米，将表层土拌以漂白粉，埋入后盖以干净泥土压实。

4. 病死动物尸体的处理　合理安全地处理尸体，在防制动物传染病和维护公共卫生上都有重大意义。病死动物尸体处理的方法有掩埋、焚烧、化制和发酵四种。

（1）*掩埋法*　此法简便易行，但不是彻底处理的方法，故烈性传染病尸体不宜掩埋。在掩埋病死动物尸体时，应注意选择远离住宅、农牧场、水源、草原及道路的僻静地方，土质干燥、地势高、地下水位低，并避开水流、山洪的冲刷。掩埋坑的长度和宽度以能容纳侧卧的病死动物尸体即可，从坑沿到尸体上表面的深度不得少于1.5～2米。掩埋前，将坑底铺上2～5厘米的石灰，尸体投入后（将污染的土壤、捆绊尸体的绳索一起抛入坑内），再撒上一层石灰，填土夯实。

（2）*焚烧法*　此法是销毁尸体、消灭病原最彻底的方法，但消耗大量燃料，所以非烈性传染病尸体不常应用。焚烧尸体要注意防火，选择

离村镇较远、下风头的地方，在焚尸坑内进行。有条件的地方也可送火化场焚化，小动物尸体有时也可送锅炉房焚烧。焚尸坑的形式有以下几种。

①十字坑：挖十字形的沟，沟长 2.6 米、宽 0.6 米、深 0.5 米。在两沟交叉处坑底堆放干草和木柴，沟沿横架两根粗的湿木棍，然后将尸体放在架上，在尸体的周围及上面再放上木柴，然后在木柴上倒以煤油，从下面点火，一直将尸体烧成黑炭为止，烧后就地埋在坑内。

②单坑：挖一长 2.5 米、宽 1.5 米、深 0.7 米的坑。将挖出的土堆积在四周做成土埂，坑内架满木柴，坑沿横架数根粗湿木棍，将尸体架上，焚烧方法同十字坑。

③双层坑：先挖一长宽各 2 米、深 0.75 米的大沟，在沟的底部再挖一长 2 米、宽 1 米、深 0.75 米的小沟，做成双层坑。在小沟底铺上干草和木柴，两端各留出 18～20 厘米的空隙，以便吸入空气助燃，在小沟沟沿横架数根粗湿木棍，将尸体放在架上，焚烧方法同十字坑。

（3）*化制法* 将病死动物尸体放入特制的加工器中进行炼制，达到消毒的目的，同时保留油脂、骨粉、肉粉等作工业用或动物饲料。尸体化制时要求有一定的设备条件，在基层可采用土法化制方法，将尸体或组织块放在有盖铁锅内进行烧煮炼制，直至骨肉松脆为止。

（4）*发酵法* 将尸体抛入尸坑内，利用生物热的方法进行发酵分解，从而起到消毒除害的作用。尸坑一般为井式，深 9～10 米，直径 2～3 米，坑口有一木盖，坑口高出地面 30 厘米左右。将尸体投入坑内，堆到坑口 1.5 米处时盖封木盖，经 3～5 个月发酵处理后，尸体即可完全腐败分解。

传染病疫源地内各种污染物的消毒方法及消毒剂参考剂量详见表7－3。

表 7－3 疫源地污染物的消毒方法及消毒剂参考剂量

污染物	消毒方法及消毒剂参考剂量	
	细菌性传染病	病毒和真菌性传染病
空气	（1）甲醛熏蒸，福尔马林用量12.5～25 毫升/米^3，作用 12 小时（加热法） （2）2%过氧乙酸熏蒸，用量 1 克/米^3，作用 1 小时（20℃） （3）0.2%～0.5%过氧乙酸，或 3%来苏儿喷雾，30 毫升/米^3，作用 30～60 分钟。 （4）紫外线 60 000（微瓦·秒）/厘米^2	（1）甲醛熏蒸，福尔马林用量 25 毫升/米^3，作用 12 小时（加热法） （2）过氧乙酸熏蒸，用量 3 克/米^3，作用 90 分钟（20℃） （3）0.5%过氧乙酸或 5%漂白粉澄清液喷雾，作用 1～2 小时 （4）乳酸熏蒸，用量 10 毫克/米^3，加水 1～2 倍，作用 30～90 分钟

（续）

污染物	消毒方法及消毒剂参考剂量	
	细菌性传染病	病毒和真菌性传染病
排泄物（粪、尿等）	（1）成形便加2倍量的10%～20%漂白粉乳液，作用2～4小时 （2）稀便可直接加漂白粉，用量为粪便的1/5，作用2～4小时	（1）成形便加2倍量的10%～20%漂白粉乳液，充分搅拌，作用6小时 （2）稀便可直接加漂白粉，用量为粪便的1/5，充分搅拌，作用6小时 （3）尿液每1 000毫升加漂白粉3克或次氯酸钙2克，充分搅拌，作用2小时
分泌物（鼻涕、唾液、脓汁、乳汁、穿刺液等）	（1）加等量10%漂白粉或1/5量干粉作用1小时 （2）加等量0.5%过氧乙酸作用30～60分钟	（1）加等量10%～20%漂白粉乳液（或1/5量的干粉），作用2～4小时 （2）加等量的0.5%～1%过氧乙酸或二氯异氰尿酸钠，作用30～60分钟
饲槽、水槽、饮水器等	（1）0.5%过氧乙酸浸泡30～60分钟 （2）1%～2%漂白粉澄清液浸泡30～60分钟 （3）0.5%季铵盐类消毒浸泡30～60分钟 （4）1%～2%的氢氧化钠热溶液浸泡6～12小时	（1）0.5%过氧乙酸浸泡30～60分钟 （2）3%～5%漂白粉澄清液浸泡30～60分钟 （3）2%～4%的氢氧化钠热溶液浸泡6～12小时
书籍、文件、纸张等	（1）环氧乙烷熏蒸，用量800毫克/升，作用4～6小时（20℃） （2）甲醇熏蒸，福尔马林用量25毫升/米^3，作用12小时	（1）环氧乙烷熏蒸，用量800毫克/升，作用4～6小时（20℃） （2）甲醇熏蒸，福尔马林用量25毫升/米^3，作用12小时
用具	（1）高压蒸汽灭菌 （2）煮沸15分钟 （3）环氧乙烷熏蒸，用量800毫克/升，作用4～6小时（20℃） （4）甲醛熏蒸，福尔马林用量50毫升/米^3，作用1小时（消毒间） （5）0.2%～0.3%过氧乙酸、1%～2%漂白粉澄清液、3%来苏儿、0.5%季铵盐类消毒剂浸泡或擦拭，作用30～60分钟 （6）0.01%碘伏浸泡5分钟	（1）高压蒸汽灭菌 （2）煮沸30分钟 （3）环氧乙烷熏蒸，用量800毫克/升，作用4～6小时（20℃） （4）甲醛熏蒸，福尔马林用量125毫升/米^3，作用3小时（消毒间） （5）0.5%过氧乙酸或5%漂白粉澄清液浸泡或擦拭，作用30～60分钟 （6）5%来苏儿浸泡，作用1～2小时 （7）0.05%碘伏浸泡10分钟

（续）

污染物	消毒方法及消毒剂参考剂量	
	细菌性传染病	病毒和真菌性传染病
圈舍、场地及圈内用具	（1）污染草料与畜粪集中焚烧 （2）畜圈四壁用2%漂白粉澄清液喷雾（200毫升/米^2），作用1～2小时 （3）畜圈与野外地面，喷洒漂白粉20～40克/米^2，作用2～4小时（30℃）；1%～2%氢氧化钠溶液、5%来苏儿溶液喷洒，1 000毫升/米^2，作用6～12小时 （4）甲醛熏蒸，福尔马林用量12.5～25毫升/米^3，作用12小时（加热法） （5）2%过氧乙酸熏蒸，用量1克/米^3，作用1小时（20℃） （6）0.2%～0.5%过氧乙酸或3%来苏儿喷雾或擦拭，作用1～2小时	（1）污染草料与畜粪集中焚烧 （2）畜圈四壁用5%～10%漂白粉澄清液喷雾（200毫升/米^2），作用1～2小时 （3）畜圈与野外地面，喷洒漂白粉20～40克/米^2，作用2～4小时（30℃）；2%～4%氢氧化钠溶液、5%来苏儿溶液喷洒，1 000毫升/米^2，作用12小时 （4）甲醛熏蒸，福尔马林用量25毫升/米^3，作用12小时（加热法） （5）过氧乙酸熏蒸，用量3克/米^3，作用90分钟（20℃） （6）0.5%过氧乙酸或5%来苏儿喷雾或擦拭，作用1～2小时
医疗器械、玻璃、金属制品	（1）1%过氧乙酸浸泡30分钟 （2）0.01%碘伏浸泡30分钟	（1）1%过氧乙酸浸泡30分钟 （2）0.01%碘伏浸泡30分钟

三、疫区的消毒

疫区通常是指以疫点为中心，半径3～5千米范围内的区域。

疫区消毒的原则、程序和方法参照疫点的消毒进行。需要注意的是，疫区的范围更广，消毒时应仔细考虑当地的饲养环境和天然屏障（如河流、山脉等），充分调动当地的人力和物力，同时应注意与其他传染病控制措施配合，搞好传染源的管理、疫区的封锁、隔离、杀蝇、防蝇、灭鼠、防鼠、灭蚤和防鸟，搞好饮用水、污水、食品的消毒及卫生管理，搞好环境卫生，加强对易感动物群的保护。

四、受威胁区的消毒

受威胁区（menaced area）通常是指疫区周边外延5～30千米范围内的区域。

受威胁区内的养殖场、动物集贸市场、动物产品加工厂、交通运输

工具等场所应加强预防消毒工作。定期用消毒剂喷洒受威胁区内的养殖场和动物集贸市场；饲料和粪便等要深埋、发酵或焚烧；刮擦和清洗笼具等所有物品，并彻底消毒。屠宰加工、贮藏等场所的所有设备、桌子、冰箱、地板、墙壁等要冲洗干净，用消毒剂喷洒消毒；所用衣物用消毒剂浸泡后清洗干净，其他物品都要用适当的方式进行消毒；产生的污水要进行无害化处理。

五、道路与运输工具的消毒

（一）道路的消毒

可用10%浓度的漂白粉液或0.5%浓度的过氧乙酸液（每平方米200毫升）喷洒。如泥土场地应掘起表层土撒漂白粉，混合后深埋；水泥、柏油场地、道路可选用2%～3%浓度的烧碱液喷洒消毒，消过毒的地方要反复冲洗，最好隔天冲洗1次。

（二）运输工具的消毒

运载工具可能因经常运输动物或其产品而被污染，装运前后和运输途中若不进行消毒，可能会造成运输动物的感染及动物产品的污染，严重时会引起病原沿途散播，造成疫病流行。因此，装运动物及其产品的运载工具，必须进行严格的消毒。动物及其产品运出县境时，运载工具消毒后应由兽医防检机构出具消毒证明。

1. 运输前的消毒　在装运动物或产品前，首先对运载工具进行全面的清扫和洗刷，然后选用2%～5%漂白粉澄清液、2%～4%氢氧化钠溶液、4%福尔马林溶液、0.5%过氧乙酸、60毫克/升次氯酸钠、1∶200的碘伏或优氯净（抗毒威）或20%石灰乳等进行消毒，每平方米用量为0.5～1升。金属笼筐也可使用火焰喷灯烧灼消毒。

2. 运输途中的消毒　使用火车、汽车、轮船、飞机等长途运送动物及其产品时，应经常保持运载工具内的清洁卫生。条件许可时，每天打扫1～2次，清扫的粪便、垃圾等集中在一角，到达规定地点后，将其卸下集中消毒处理。途中可在运载工具内撒布一些漂白粉或生石灰进行消毒。如运输途中发生疫病时，应立即停止运输，并与当地兽医防检机构取得联系，妥善处理患病动物，根据疫病的性质对运载工具进行彻底的消毒。发生一般传染病时，可选用2%～4%的氢氧化钠热溶液、3%～5%来苏儿溶液喷洒。清除的粪便、垫料等垃圾，集

中堆积发酵处理；发生烈性传染病时，应先用消毒液进行喷洒消毒，然后彻底清扫，清扫的粪便、垫料等垃圾堆积烧毁，清扫后的运载工具再选用10%漂白粉澄清液、4%福尔马林液、0.5%过氧乙酸、4%氢氧化钠溶液进行消毒，每平方米使用消毒液1升，消毒半小时后，用70℃热水喷洗运载工具内外，然后再使用消毒液进行一次消毒。

3. 运输后的消毒 运输途中未发生疫病时，运输后先将运载工具进行清扫，然后可按运输前的消毒方法进行消毒，或用70℃的热水洗刷。运输途中发生过疫病，运输后运载工具的消毒可参照前述方法进行。

运载工具消毒时，应注意根据不同的运载工具选用不同的消毒方法和消毒药液，同时应注意防止消毒液沾污运载工具的仪表零件，以免腐蚀生锈，消毒后应用清水洗刷一次，然后用抹布仔细擦干净。

六、工作人员的防护消毒

作为专业的消毒人员，不仅应该熟悉各种消毒方法、消毒程序、常用消毒剂和消毒器械的使用，还应该具备良好的防护意识，养成良好的防护习惯。

（一）穿戴防护用品的顺序

步骤1：戴口罩。口罩的使用与保存如果不正确，不仅起不到防护作用，病毒、细菌等还会随呼吸运动进入人体。戴口罩时一只手托着口罩，扣于面部适当的部位，另一只手将口罩戴在合适的部位，压紧鼻夹，紧贴于鼻梁处。在此过程中，双手不接触面部任何部位。口罩上缘在距下眼睑1厘米处，口罩下缘要包住下巴，口罩四周要遮掩严密。不戴时应将贴脸部的一面叠于内侧，放置在无菌袋中，杜绝将口罩随便放置在工作服兜内，更不能将内侧朝外，挂在胸前。真正起防护作用的口罩，其厚度应在20层纱布以上。一般情况下，口罩使用4～8小时更换一次。若接触严密隔离的传染源，应立即更换。每次更换后用消毒液清洗。如果工作条件允许，提倡使用一次性口罩，4小时更换一次，用毕，经消毒后丢入污物桶内。

步骤2：戴帽子，注意双手不要接触面部，帽子的下沿应遮住耳的上沿，头发尽量不要漏出。

步骤3：穿防护服。

步骤 4：戴上防护眼镜，注意双手不接触面部。

步骤 5：穿上鞋套或胶鞋。

步骤 6：戴上手套，将手套套在防护服袖口的外面。

（二）脱掉防护服用品的顺序

步骤 1：摘下防护镜，放入消毒液中。

步骤 2：脱掉防护服，将反面朝外，放入黄色塑料袋中。

步骤 3：摘掉手套，一次性手套应将反面朝外，放入塑料袋中，橡胶手套放入消毒液中。

步骤 4：将帽子轻轻摘掉，反面朝外，放入塑料袋中。

步骤 5：拖下鞋套或胶鞋，将鞋套反面朝外，放入塑料袋中，胶鞋放入消毒液中。

步骤 6：摘下口罩，注意双手不要接触面部。

（三）服装和手的防护消毒

1. 服装的消毒　工作服、靴、帽、被褥用前用后应洗净放入消毒室内，每立方米用 25 毫升的福尔马林熏蒸 12 小时，或用 3 克/米^3 的过氧乙酸熏蒸 90 分钟，或用 0.02%～0.03%碘伏浸泡 10～15 分钟，或用 2%漂白精澄清溶液浸泡 1～2 小时，消毒后备用。工作人员必须每人有一个更衣柜，并定期消毒，工作服每天更换。

2. 手的消毒　工作前用肥皂流水洗手 2～3 分钟，搓手使泡沫布满手掌手背及指间至少 10 秒钟，再用流水冲洗干净，若手上有伤口，应戴手套。消毒工作结束后，用 0.05%碘伏，或 0.5%过氧乙酸，或 0.1%新洁尔灭浸泡 2 分钟，然后用清水冲洗干净。

（吴加强）

第四节　动物园的消毒技术

动物园是一个多品种野生动物集中饲养的场所，具有科普教育和发展珍稀动物种群的功能。大量游客进入动物园，近距离接触动物，不可避免地存在潜在人与动物间交叉感染引发疾病的危险。动物园为了展览与繁殖的需要，可能从野生动物原产地、其他动物园或者其他国家引进动物，这成为疾病的潜在来源。由此可见，动物园各处各地和进出动物

园的人、动物和物品都要进行消毒。严格的消毒是动物园防疫的重要措施，也是防控人兽共患疾病的措施之一。在消毒技术方面，动物园虽然动物的绝对数量少、饲养密度低，但展出动物一般是国家级保护动物，甚至是世界濒危物种，具有很高的经济价值和物种价值，且笼舍结构与展出方式多种多样，与人群接触、交流十分频繁。因此，动物园消毒应更严格、更严密。

一、机械清除消毒

机械清除消毒，即用机械的方法如清扫、填埋、刷洗、通风等清洁内外环境，从而清除病原体和有害微生物。清洁工作是动物园管理的一个基础措施，也是工作人员日常最重要的工作内容之一，甚至比其他消毒措施更受重视。机械方法不能直接有效地杀灭病原体，但能减少动物周围微生物的绝对数量，抑制微生物的增殖和寄生虫卵的发育，作为化学消毒前的一种必要措施，可提高消毒效果。

（一）清扫刷洗法

地面的粪便、尿迹、污垢、积水以及排水沟、操作台的裂隙等最容易潜藏病毒、细菌和寄生虫卵。据资料，大肠杆菌在污水、粪便中可存活数周至数月，沙门氏菌在粪便中可长期存活。清扫刷洗是减少病原最简单、常用、有效的方法。在采取其他消毒措施之前，必须清除动物粪便、残余食物、垫料，清洗污垢和粉尘。

笼舍、饲料室、办公室、卫生间的地面、墙面、玻璃以及参观走道、操作台面、饮水槽、食具、洁具、交通工具、冰箱冰柜等都属于清扫刷洗范围。部分清理干净后，可以用水管冲洗，刷子刷洗。象、河马、犀牛、长颈鹿等动物场馆面积大，粪便量大，且容易黏附在地面、墙面，不易清除干净，可用高压水枪（图 7－1、图 7－2）代替水管和板刷，效果更理想，而且省时、省力、省水。用清洁水喷洒浸泡 5～10 分钟，将风干的粪便、污渍泡松泡软后再用高压水枪冲洗，将更易冲洗干净。

（二）通风和自然干燥法

动物场馆必须拥有良好的通风条件。通风可以去除空气中过多的灰尘，稀释空气中过高的微生物和氨的浓度，降低空气的湿度。高温、高湿易促进微生物的孳生与繁殖；高浓度的灰尘和氨气不利于动物的健



图 7-1　高压水枪喷洗



图 7-2　高压水枪压缩机

康。潮湿的垫料和粪便可产生大量氨气。如果通风不畅，氨气积聚，超过一定的浓度，会抑制动物生长和繁殖，引发角膜炎、结膜炎和激发呼吸道感染。

群居动物，特别是鸟类的密闭馆舍内总是充满灰尘。资料表明，鸟类大肠杆菌病的暴发往往与吸入过多的尘埃有关。加强鸟类笼舍中空气的流通显得尤其重要。观察发现，大灰袋鼠比大赤袋鼠更容易感染球虫病。故大灰袋鼠的笼舍更应加强通风，剔除被尿浸湿的垫草，彻底清理粪便。

在动物园通常用开窗的方式为场馆通风，也可以用排风扇进行通风。冬季通风时应注意避免笼舍温度下降过快。

（三）穿戴消毒口罩、手套和工作服

有多种病原微生物可以在人与动物之间相互传染，特别是人与灵长类动物之间，可相互传染的疾病更多。饲养、管理和技术人员在接触动物或者进入笼舍时，应穿戴经消毒的手套、口罩、工作服和工作靴，可有效防止病原体侵入或感染人体，或随衣服、鞋子携带出园或入园。

二、物理消毒

（一）日光或紫外线消毒法

日光和紫外线照射有消毒作用。长期不接受阳光直接照射，兽类表现为皮肤抵抗力下降，滋生皮肤寄生虫和掉毛，鸟类表现为羽毛易脱落，新羽生长缓慢，产蛋率、受精率下降。实践证明，每天接受一定剂量紫外线照射也有利于皮肤病康复。

清洗干净的垫板、垫料、工具、工作服、工作靴接受日光曝晒能达到很好的消毒效果。对于范围较大的室外运动场，在化学消毒成本高、消毒难度大的情况下，日光曝晒法也能达到很好的效果。发生严重的寄生虫病时，铲除表土后接受日光曝晒结合化学消毒是一种比较好的防制措施。晒太阳是动物体表的一种消毒措施。夏季运动场应有遮阳设施或开启与内笼舍之间的门，让动物自行调节接受阳光照射的时间。

鉴于这种消毒法只对光线直接照射之下的表面有效，所以接受照射之前应先清扫或清洗干净，去除积水，或者让表面干燥后再接受照射。动物场馆光照不足，可安装紫外灯辅助动物体表消毒。每 15～20 米^{2}安装一盏 40 瓦紫外灯，每天照射一次，每次以 15～30 分钟为宜。长时间紫外线直接照射对动物眼睛、皮肤（特别是裸露部分皮肤）有损伤，引起灼伤、肿胀。照射过程中产生的臭氧对眼、鼻腔有刺激，使动物眩晕，应加以注意。

（二）火焰消毒灭菌法

火焰消毒是一种简单彻底的消毒、灭菌、杀虫的方法，可用于动物园的日常消毒和紧急消毒。一般火焰温度可达到 400～600℃，能在瞬间杀灭所有细菌繁殖体与芽孢、病毒、真菌与孢子、寄生虫与虫卵，甚至隐藏在污垢、粪便、污水、缝隙中的微生物、昆虫都能有效

杀灭。一种改装过的减压液化气消毒器（图 7－3），火焰中心温度达 1 500℃左右，火球直径达 25～30 厘米，操作方便，能明显提高工作效率，缺点是有一定安全隐患。一般用于地面、金属笼具和金属工具的消毒。点火时开关应缓慢开启，操作时火焰喷头应远离液化气罐，并注意馆舍物品和周围环境的安全，操作完后立即将火焰喷头用水浸泡降温。



图 7－3　减压火焰消毒器

用火焰焚烧是处理污染废弃物最彻底的消毒方法。在动物园一般用于动物尸体以及发生严重传染病时动物粪便、垫料以及污染垃圾的处理，焚烧必须彻底。现在有电热式和燃油式尸体焚烧炉可以无烟无臭地处理动物尸体，使用起来非常方便。最好配备一间冷库（－20℃以下）冷冻动物尸体，以方便集中处理。开启炉门时注意避免吸入有毒气体。

（三）煮沸消毒法

煮沸是一种简单、方便、经济的消毒方法，适用于金属、木质、胶制、纤维、玻璃制品的消毒。在动物园常用煮沸法用于消毒一些小型的工具、器皿、食具、工作服和部分动物饲料，特别是人工育幼用品应用煮沸法消毒。

100℃沸水可以迅速杀死细菌繁殖体、结核分支杆菌、真菌和一般病毒。一般煮沸消毒时间以 5～15 分钟为宜，高海拔地区消毒时间适当延长。但这种消毒方法对芽孢和孢子的杀灭作用不可靠。据资料，大多数芽孢在煮沸 15～30 分钟致死，肉毒杆菌芽孢要 6 个小时才能灭活。

煮沸消毒前应将消毒物品先清洁后再煮沸，煮沸时间应于水沸腾后开始计算，同时煮沸过程中消毒物品应一直浸没在沸水中。

(四) 高压消毒灭菌法

高压灭菌锅内通常压力为 98 千帕左右，温度为 121～126℃，一般持续 15～20 分钟即能彻底杀灭各种微生物和细菌芽孢。高压灭菌锅容量小，一般用于珍稀动物人工育幼用的毛巾、床单、布袋、工作人员的工作服等耐热、耐潮的纤维制品的消毒，以及兽医院部分手术用具的消毒。

三、化学消毒

在动物园化学消毒被广泛使用于动物场馆、水体、饲料、粪便、工具、用具以及动物体表和人体的消毒。化学消毒效果取决于多种因素，如消毒剂的浓度、温度、作用时间的长短、病原体的抵抗力和环境的卫生程度等。根据消毒对象的性质和特点，选择适当的化学消毒方法，以达到最佳消毒效果。对游客、参观道、动物表演馆以及其他游客聚集区进行化学消毒时应兼顾游客的感受，选择使用无色、无味、无毒的消毒剂。

(一) 动物园常用的化学消毒法

1. 喷洒消毒法 主要用于地面、粗糙的墙体和动物体表的消毒。宜选择喷出水珠颗粒小而均匀的消毒器进行消毒。根据消毒对象面积大小，可选用洒水壶、手动喷雾器、电动喷雾器等消毒器。手动气压式喷水壶比洒水壶喷出的雾气颗粒小，喷出速度均匀，能以较少的消毒液达到更好的消毒效果，可用于小型动物场馆和动物体表的消毒。有些消毒剂会腐蚀金属喷嘴，使用后立即清洗，以防喷嘴堵塞。多种消毒剂可用于动物场馆、地面的喷洒消毒，如 2%～5%甲酚皂、0.2%～0.5% 84 消毒液、0.2%～0.5%过氧乙酸、2%～4%氢氧化钠，以及一些相应浓度的季铵盐类产品。也可用 0.2%～0.5%的过氧乙酸用于动物体表的喷洒消毒。

2. 刷洗消毒法 适用于光滑的地面、墙面以及操作台、食具、饮具、运输笼、鸟卵等物体的消毒。这些物体表面光滑，消毒液喷洒在上面易形成水珠状，起不到消毒作用；或者体积大，形状、结构复杂，其他化学消毒法难以奏效。一般用于喷雾消毒的消毒剂均可用于本消毒法，但金属物体的消毒用酚类或季铵盐类消毒剂；食具、饮具不用酚类消毒剂。

3. 熏蒸消毒法 适用于保温和卫生要求高、密闭性好的动物笼舍、

孵化室、育幼（雏）室、隔离检疫室等，可用过氧乙酸（0.75～1.0 克/米³）或甲醛（每 42 毫升福尔马林、21 克高锰酸钾/米³）熏蒸 20～30 分钟。消毒后应及时通风或开启排风扇、通风管，加速空气中的消毒剂排出，防止人与动物过多吸入。动物发生群发感冒时，可用白醋对空气进行熏蒸消毒，而不需隔离动物。

4. 浸泡消毒法　适用于瓜果蔬菜、工作服、器皿、部分医疗器具、水池、鞋底、轮胎以及水生动物体表消毒。根据消毒对象的不同、消毒时间的长短，选择不同的消毒剂。瓜果蔬菜可选用 0.1%～0.5%高锰酸钾浸泡 15～30 分钟；工作服、器皿、医疗器械等可选用季铵盐类消毒剂，如 0.1%的新洁尔灭。消毒池、消毒槽内的消毒药应不易挥发，药效持久，可用 5%的甲酚皂、2%～4%氢氧化钠。海豹、海狮、海龟等水生动物发生皮肤病时可用浸泡法消毒体表，常用 0.1%高锰酸钾、0.05%～0.1%氯化钠，浸泡 0.5～1.0 小时。

汽车通道入口应设置一个长不小于 2.5 米、深 30～40 厘米的消毒池以消毒汽车轮胎，消毒液的深度以 3～5 厘米为宜。动物笼舍门口设置可动或不可动消毒槽。槽深度 20～30 厘米，消毒液的深度要能没过工作靴的鞋面，有动物园用塑料盒作为消毒池（图 7－4），换药和清洗均很方便。动物园入口处设置长度不小于 1.5 米、深 2～3 厘米的消毒槽，以消毒工作人员和游客的鞋底。可在槽内铺一层棕垫，防止消毒液溅出和过快风干。

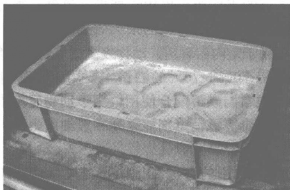


图 7－4　塑料消毒槽

（二）化学消毒剂的选择和使用

理想的消毒剂应具备消毒成本低，对人和动物安全，不破坏容器或者消毒对象，在硬水中易溶解，在空气中稳定，容易买到，无异味，无

残留的毒性，对多种感染因子有效。动物园选择消毒剂主要考虑安全、高效、无污染以及颜色和气味等因素，常选用的消毒剂如下：

1. 季铵盐类消毒剂 目前市场上销售的季铵盐类消毒剂产品很多，商品名各异，使用的浓度也有差异。常见的有新洁尔灭、消毒宁、消毒净等，一般只要按说明书使用，消毒效果良好。这类消毒剂的优点是无色、无味、无毒、无腐蚀性，对皮肤无刺激性，而且还有去污、除臭效果。其缺点是受有机物的影响较大，配伍禁忌较多，尤其对芽孢的杀灭效果不佳。在动物园中主要用于手、金属器械、运输笼、食具、工具、工作服、手套、动物体表的消毒；不用于动物粪便、土质地面的消毒。双链季铵盐及其复合消毒剂比单链季铵盐消毒效果更好。如百毒杀、圣洁消毒剂（一种双链季铵盐与碘的复合消毒剂）等产品，可用于水泥地面的消毒。

2. 过氧乙酸 是一种广谱、高效、速效消毒剂，能杀灭病毒、真菌、细菌及芽孢。0.2%～0.5%溶液可用于环境、器具的日常消毒；0.2%溶液用于消毒池（槽）的浸泡消毒；0.2%～0.3%溶液可用于带动物喷洒消毒。也可按 0.75～1.0 克/米^3 熏蒸消毒。

3. 甲酚皂 酚类消毒剂的优点是干燥后仍然具有后效活性，即能在喷洒或浸泡过的消毒对象表面继续保持对细菌和病毒的抑制作用。最常用的有甲酚皂（来苏儿），常用浓度为 2%～5%，能在 10～15 分钟之内杀灭一般的病原菌，在动物园一般用于消毒池、消毒槽以消毒汽车轮胎、游客鞋底、工作人员的工作靴，也用于拖把、笤帚、粪箕、垃圾车等清洁工具的消毒。它的缺点是对芽孢的杀灭效果差，有特殊气味，让人产生不愉快感，不适用于室内参观道、动物表演馆等游客聚集区的消毒。

4. 乙醇和碘酊 70%～75%的酒精主要用于皮肤消毒与体温计浸泡消毒。在动物园也常与碘酊配合使用，用于动物轻度皮肤外伤及在人无法接近时的喷洒消毒。该消毒剂能杀死一般细菌，但对芽孢无效，对病毒作用不大。

5. 碱性消毒剂 常用的有氢氧化钠和石灰，对病毒、细菌及其芽孢有强大的杀灭作用，但在使用时要用木制或塑料容器。在动物园，2%～4%氢氧化钠溶液常用于发生传染病时对地面、墙壁、地沟等的紧急消毒；10%的氢氧化钠溶液用于杀灭结核分支杆菌，消毒后经半天时间，用清水冲洗后动物方能进入。因氢氧化钠腐蚀性强，消毒时注意动物圈舍中金属构件的保护。

石灰遇水可产生高温并使蛋白质变性，从而杀灭病原体。在动物园

中常用10%～20%的石灰乳消毒动物排泄物，以及动物发生寄生虫病、结核病时，用于笼舍土质地面的消毒。因石灰乳性质不稳定，应现用现配。

6. 次氯酸盐类消毒剂　是一类安全高效的消毒剂品种，在酸性环境中杀菌力强而迅速，能杀死芽孢。有固体和液体两种剂型，在动物园常用的有漂白粉和84消毒液。漂白粉一般用于动物粪便等排泄物的消毒、发生传染病时的紧急地面消毒，也用于水禽湖换水时湖底的消毒。84消毒液主要用于场馆地面的喷洒消毒，操作台面和厕所地面的刷洗消毒，它的缺点是对纤维、皮革、金属有破坏作用。

7. 高锰酸钾　常以0.1%～0.5%的水溶液用于食具、瓜果蔬菜等青绿饲料的浸泡消毒；0.1%水溶液用于水生动物体表浸泡消毒、鸟类饮水消毒以及发生出血性肠炎、子宫内膜炎时黏膜冲洗消毒。

8. 甲醛　甲醛是一种强有力的消毒剂，有强大的杀菌作用，5%的溶液90分钟可杀死芽孢。在有机物存在的情况下，能在不损坏设备的情况下渗透进去起到消毒作用，它的缺点是易挥发、有刺激性气味和腐蚀性，接触甲醛会使皮肤变硬。在动物园一般用福尔马林和高锰酸钾（按每2毫升福尔马林加1克高锰酸钾的比例）混合进行熏蒸消毒圈舍。此法主要用于使用过的笼舍迁入新动物前、孵化室种蛋入孵前、育雏室雏鸟上架前的空间消毒。每立方米空间用42毫升福尔马林、21克高锰酸钾，熏蒸20分钟。温度越高，湿度越大，效果越好，一般室温不低于20℃，湿度不低于70%。熏蒸结束后立即打开排气扇，将空气中的消毒剂排出；也可喷洒氨水中和室内残留的甲醛。

9. 环氧乙烷　一般室温15℃时按0.4～0.7千克/米^{3}进行气体消毒，持续12～48小时。温度越高，消毒效果越好，相对湿度30%时灭菌效果最好。环氧乙烷具有活性高、穿透力强、不损伤物品、不残留毒等优点。较常用的有固定容器消毒法、消毒袋消毒法、塑料棚幕消毒法和自动控制消毒箱消毒法。在动物园可用于饲料仓库、物品仓库、兽医院手术用具的消毒。环氧乙烷是易燃易爆有毒气体，使用前后均应加强管理，消毒时注意密封，消毒后应通风，防止吸入。

四、生物发酵消毒

生物发酵消毒在动物园主要用于处理动物粪便、垫料、饲料残渣、尸体和各种污物等废弃物的无害化处理。利用废弃物在堆沤过程中微生物发酵产热杀死病原体、寄生虫，从而达到消毒目的。在动物园常用坑处理法和堆肥法处理废弃物。

（一）坑发酵处理法

可在远离动物场馆、生活区和水源的地方，挖一个直径 3～4 米，深 6～8 米的坑，应做水泥边墙和顶盖，顶盖用胶纸、橡皮或塑料密封，以防臭味散发和昆虫侵入，将每天收集的废弃物倒入其中进行生物发酵。

（二）堆肥发酵处理法

按废弃物量的大小挖一个坑，在坑底垫一层稻草，再堆入待消毒的粪便、垫料等废弃物，粪便过干可加适量水分（冬天加热水），堆好后表面加盖 10 厘米厚的湿泥浆，再盖一层塑料膜。堆肥很快发热，温度达 60～70℃，14 天即可无臭分解完毕。国外有用堆肥法处理废弃物的专用设备（图 7－5），由发酵机、除尘罐、脱臭池等构成，可清洁地处理废弃物。废弃物（主要是动物粪便、垫料、饲料残渣）在发酵机中发酵 40 天，即变成有机肥。熟化的有机肥可施于观赏植物和饲料基地。

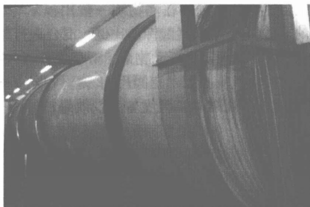


图 7－5 可电动翻转的发酵机

（李梅荣）

第五节 动物屠宰与加工场所的消毒技术

动物屠宰加工场所的动物来自四面八方，不可避免地存在一些隐性感染或患病动物。此外，动物体表和肠道存在大量的微生物，可通过屠宰加工过程污染肉品，影响肉品卫生质量；屠宰加工中所产生的屠宰污水还有大量的病原和有机物，又能污染屠宰场及周围环境。因此，做好屠宰与加工场所的消毒工作，对保障人民肉食卫生和安全，避免环境污染，搞好公共卫生，控制疫病传播等有重要意义。

一、饲养场地和圈舍的消毒

（一）饲养场地的消毒

屠宰加工厂为了保证肉食品的持续供应，均设有相应的动物临时饲养场，集中了不同来源的动物，必须进行严密的消毒以防控疾病。饲养场地的消毒依据被污染的情况不同，消毒方式也不同。一般情况下，平时的预防消毒包括经常清扫，保持场地的清洁卫生，定期用消毒药喷洒即可。若发生疫情，场地被细菌芽孢污染后，应首先用20％漂白粉液或其他对芽孢有效的消毒药液（如4％的氢氧化钠液）喷洒，然后将表土铲除一层与干漂白粉混合后将此表土深埋，这样重复一次即可。对于其他传染病所污染的地方，如为水泥地，则应用消毒液仔细刷洗消毒；若系泥地，可将地面深翻30厘米左右，按每平方米面积撒上干漂白粉2～2.5千克，然后以水湿润、压平。

（二）圈舍的消毒

包括平时的定期预防消毒和发生传染病时的临时紧急消毒。预防消毒一般每半个月或1个月消毒1次，以防止传染病的发生。临时消毒多在发生急性或烈性传染病时进行，临时消毒应及时彻底。在消毒之前，应先将圈舍彻底清扫，若发生了人兽共患的传染病，如口蹄疫、炭疽等，清扫之前应用有效消毒液喷洒后再打扫、清理，以免病原微生物随尘土飞扬造成更大的污染。清扫时要把笼架、饲槽洗刷干净，将垫草、垃圾、剩料和粪便等清理出去，打扫干净，然后用消毒药进行冲洗或喷雾消毒。

二、屠宰加工车间的消毒

屠宰加工企业各生产车间的消毒，包括经常性消毒和临时性消毒两种。

（一）经常性消毒

经常性消毒是指在日常清理和清洁的基础上所进行的定期消毒，每天工作结束后，必须将全部生产地面、墙裙、通道、排污沟、台桌、设备、用具、工作服、手套、围裙、胶靴等彻底洗刷干净，并用82℃热水或化学消毒剂进行消毒。

按规定，每周末进行一次大消毒。在彻底扫除、洗刷的基础上，对生产地面、墙裙和主要设备用2%氢氧化钠溶液或4%次氯酸钠溶液进行喷洒消毒，保持1～4小时，然后用水冲洗。这些消毒剂对病毒性传染病的消毒效果好，且经济实用。如在2%氢氧化钠溶液中加入5%～10%食盐时，不仅能在短时间内杀灭猪瘟病毒、红斑丹毒丝菌、巴氏杆菌等病原体，还可提高对炭疽杆菌的杀灭能力，并且具有去除油污作用。器械可用82℃热水消毒或0.015%碘溶液消毒。

0.025%碘溶液无刺激，无气味，无染色性，具有较强的清洗效力，可用于工作人员洗手消毒。工作人员的手也可用75%酒精擦拭消毒。胶鞋、围裙等橡胶制品用2%～5%的福尔马林溶液进行擦拭消毒，工作服、口罩、手套等应煮沸消毒。

（二）临时性消毒

临时性消毒是指在生产车间发现炭疽等烈性传染病或其他疫病的情况下进行的以消灭特定传染性病原为目的的消毒，在控制疫情、防止肉品污染和人员感染上具有重要的作用。要根据疫病的具体性质，采用相应的有效消毒药剂。如对病毒性疾病的消毒，多采用3%的氢氧化钠溶液喷洒消毒；对能形成芽孢的细菌如炭疽杆菌，应用10%的氢氧化钠热水或20%的漂白粉液进行消毒，也可用2%的戊二醛溶液进行消毒。消毒的范围和对象，应根据污染的情况来决定。消毒时消毒剂的浓度、剂量、消毒时间等必须准确。

三、屠宰污水的处理

屠宰污水的处理，按其作用原理分为物理处理法（机械处理法）、化学处理法和生物处理法三种；按其处理的程度分为一级、二级、三级处理；按其处理程序通常分为机械处理和生物处理两道程序。

一般健康养殖场的污水来自动物圈舍和笼器具的冲洗清洁用水，以及浪费的饮用水等。这些废水也应该按照国家污水处理的相关法规进行处理，确认无害后再排放到指定的管道中。

（一）屠宰污水的预处理

预处理是指在污水排放到处理系统前所进行的处理，也称为一级处理或初级处理。预处理是利用物理学的原理除去污水中的悬浮固体、胶

体、油脂和泥沙。如用金属筛板、平行金属栅条筛板或金属丝编织的筛网，作为排水系统的沟盖，来阻留脂肪、组织块、羽毛及其他悬浮固体碎屑等较大的物体。经过筛滤处理的污水，再经过沉淀池（一次沉淀池或初级沉淀池）进行沉淀，然后进入生物处理阶段。

这种初级处理方法比较简单，成本低，适用于排污量不大的小型屠宰加工厂。将污水经筛滤、除脂等去除大的组织碎屑后，经过数个沉淀池，在每个沉淀池中停留数小时，使粪便、沉渣和污泥经过数次沉淀，最后经消毒后排入下水系统。

（二）屠宰污水的生物处理法

污水生物处理法是利用自然界的大量微生物（主要是好氧性和厌氧性细菌，以好氧性细菌为主）氧化分解有机物的能力，除去废水中呈胶体状态的有机污染物质，使其转化为稳定、无害的低分子水溶性物质、低分子气体和无机盐。根据微生物作用的不同，生物处理法又分为好氧生物处理法（如活性污泥法、土壤灌溉法）和厌氧生物处理法。前者是在有氧的条件下，借助于好氧菌和兼性厌氧菌的作用来净化废水的方法，大部分污水的生物处理都属于好氧处理，如活性污泥法、生物过滤法、生物转盘法；后者是在无氧条件下，借助于厌氧菌的作用来净化废水的方法，如厌氧消化法。

1. 活性污泥法 活性污泥法是以活性污泥为微生物载体的一种好氧生物处理法。

（1）*原理* 活性污泥是一种具有很大比表面积的胶体物质，在表面上附着大量的微生物，包括细菌、原生动物和藻类等，并吸附有机物和无机物的絮状微粒。活性污泥法是通过曝气充氧向废水中注入空气，在一定时间内，使空气和絮状活性污泥与废水中有机物紧密接触，利用活性污泥上的微生物对污水发生凝聚、吸附、氧化分解和沉淀的作用过程，达到去除废水中有机物、使水得到净化的目的。

（2）*活性污泥系统* 其主要设备是曝气池和沉淀池。经过预处理的污水与来自最后沉淀池中按比例（约进水流量的30%）返回的活性污泥一同进入曝气池，借助机械搅拌或加压进风对污水进行搅拌混合，或经高压射流管对废水进行射流，使活性污泥中微生物得到充分曝气，并在混合液中保持悬浮状态，与污水充分接触。经过5～48小时的曝气处理后，混合液排入沉淀池（二次沉淀池）沉淀。上清液经氯化消毒后作为净化水排出，沉积的污泥按比例返回曝气池，剩余污泥即可作农田

肥料。

2. 厌氧消化法 一般称为污水厌氧消化。其基本组成有铁箅、沉沙池（沉井）、除脂槽、双层生物发酵池及药物消毒池等5部分。铁箅、沉沙池及除脂槽等装置是屠宰污水的预处理装置，用于除去污水中的毛、骨、组织碎屑、污沙、油脂及其他有待生物处理的物质。

双层生物发酵池分上、下两层。上层是沉淀池，下层为厌氧发酵池，又称消化池。将脱脂后的污水引入上层的沉淀池内，污水在沉淀池中停留时，直径在0.1毫米以上的悬浮物和寄生虫（卵）等发生沉淀。沉淀物通过池底的斜缝，进入下层的消化池。此时污水中的厌氧菌，将沉淀物进行充分的腐败分解，一部分变为液体，一部分变为气体，最后只剩下25％～30％的胶状污泥。

（三）屠宰污水的消毒处理

经过生物处理后的污水一般还含有大量的菌类，特别是屠宰污水含有大量的病原菌，需经消毒处理后，方可排出。常用的方法是氯化消毒，将液态氯转变为气体，通入消毒池，可杀死99％以上的有害细菌。近年来的研究表明，用漂白粉或液态氯消毒污水，会造成氯对环境的二次污染。现在已研究出将紫外线灯成排地安放在污水净化处理后排水口前面的技术，待排出的水在紫外线灯周围经过0.3秒，即可达到消毒目的。

四、冷库的消毒

冷库是进行肉品冷冻加工和贮存冻肉的场所，极易被微生物污染，尤其易于孳生霉菌，所以，必须定期对冷库进行除霉消毒。

冷库的消毒有两种情况：一是在发生疫情时的临时消毒；二是在业务淡季时所进行的定期消毒，每年1～2次。临时消毒一般是在库内肉品搬空后，采用不升温，在低温条件下进行消毒。

定期消毒应事先做好计划，做好准备工作。消毒前先将库房内的仪器全部搬空，升高温度，用机械方法清除地面、墙壁、顶板上的污物和排管上的冰霜，在霉菌生长的地方应用刮刀或刷子仔细清除。还要准备好足够的消毒药物、工具、容器以及消毒人员的防护用品。

五、运输工具的消毒

凡运载过待屠宰动物及其产品的车船和其他运输工具，都应进行

消毒，以防止病原的散布。对运输途中未发生传染病的运输工具，清扫后用 85～90℃的热水冲洗消毒即可。对装运过一般性传染病动物及其产品的运输工具，清扫后用 4%的氢氧化钠溶液或 0.1%的碘溶液洗涤消毒，清除的粪便和垫草等污物应进行生物堆肥发酵。对装运过由形成芽孢的病原菌感染引起的烈性传染病动物及其产品的车船，先用 4%福尔马林溶液喷洒，然后清扫，再用 4%的福尔马林溶液喷洒消毒，每平方米需消毒药液 0.5 升，保持 30 分钟后再用热水仔细冲洗，最后再用上述药液喷洒消毒，每平方米用量为 10 升。清除的粪便焚烧销毁。

处理的程序是先清扫粪便、残渣及污物，然后用热水自车厢内顶棚开始，渐及车厢内外各部，直至洗水不呈污黄色为止，洗刷后进行消毒。若为发生过烈性传染病的车船，应先用有效消毒药液喷洒消毒后再彻底清扫，清除污物后再用消毒药消毒。两次消毒间隔时间为 30 分钟。最后一次消毒后 2～4 小时后，用热水洗刷后再行使用。

未发生过传染病车船内的粪便和发生过一般传染病车船内的粪便，须经发酵处理后再利用；发生过烈性传染病车船内的粪便，应集中销毁。

六、粪便的消毒

粪便的消毒有焚烧法、掩埋法、化学消毒法及生物热消毒法。其中生物热消毒法是对粪便最经济的消毒方法，所以，多采用此法对粪便进行消毒。湿粪堆积发酵所产生的生物热可达 70℃或更高，能杀灭一切不形成芽孢的病原微生物和寄生虫卵。用这种方法处理后的粪便，由于发酵腐熟快，肥效良好。

七、饲养管理人员与器械的消毒

在动物屠宰加工企业工作的人员及其工作器械常会被病原微生物污染，因此，在工作结束后，尤其在场内发生疫病处理工作完毕时，必须经消毒后方可离开现场，以免引起病原在更大范围内扩散。消毒方法为：将穿戴的工作服、帽及器械等浸泡于有效化学消毒液中，工作人员的手及皮肤裸露部位用消毒液擦洗、浸泡一定时间后，再用清水清洗掉消毒药液。对于接触过烈性传染病，如炭疽病畜及产品的工作人员，可采用有效抗生素预防治疗。平时的消毒可采用消毒药液喷洒法，不需浸

泡，直接将消毒液喷洒于工作服、帽上，工作人员的手及皮肤裸露处。器械物品，可用蘸有消毒液的纱布擦拭，而后再用水清洗。

所有加工设备都要根据情况采用消毒液喷雾、擦洗等方法消毒。

八、消毒效果的检查

1. 清洁程度的检查 检查车间地面、墙壁、设备及圈舍场地清洁情况，按卫生要求必须做到干净、卫生、无死角。

2. 消毒剂使用正确性的检查 查看消毒工作记录，了解选用消毒剂的种类、浓度及其用量。检查消毒液的浓度时，可从剩余的消毒液中取样进行化验检查。要求选用的消毒剂高效、低毒，浓度和用量必须适宜。

3. 消毒对象的细菌学检查 消毒以后的地面、墙壁及设备，随机划区（10 厘米×10 厘米）数块，用消毒的湿棉拭子擦拭 1～2 分钟，将棉拭子置于 30 毫升中和剂或生理盐水中浸泡 5～10 分钟，然后送化验室检验菌落总数、大肠菌群和沙门氏菌。根据检查结果，评定消毒效果。

4. 粪便消毒效果的检查

（1）*测温法* 用装有金属套管的温度计，测量粪便发酵堆中的温度，根据粪便堆在规定时间内达到的温度来评定消毒效果。当粪便生物发热达 60～70℃时，经过 1～2 天，可以使其中的巴氏杆菌、布鲁氏菌、沙门氏菌及口蹄疫病毒死亡；经过 24 小时可以杀灭红斑丹毒丝菌；经过 12 小时能杀死猪瘟病毒。

（2）*病原菌检查* 按常规方法检查，要求不得检出致病菌。

（姜平）

第六节 动物交易场所的消毒技术

为了促进动物和动物产品的流通和中转，我国大部分地区都建有大、中、小型的动物交易场所。我国的动物交易场所主要有大动物交易场所（马、牛和羊）、苗猪交易场所、禽类交易场所、宠物交易场所和混合的动物交易场所。动物或其产品由各养殖场和千家万户集中于同一个地点进行交易，交易完成后又流向四面八方。由于动物及其产品来源、感染和带毒情况非常复杂，很容易由于集市交易而引起疫病传播。因此，搞好交易场所的消毒工作，才能保证交易场所工作的正常开展，

减少动物疾病的发生和流行，从而保障人兽的健康。

一、交易场所的选址和必备的消毒设施

（一）场所的选择

交易场所应选择在交通便利、水源充足、地势平坦而高燥、下水系统易于排出等基本条件良好的地方，又要注意避开居民区、工矿企业区，同时要位于城镇的下风向和下水向。交易场所要有 2 米以上的围墙同外界隔离，防止除交易以外的动物进入市场。同时，存在多种动物交易的场所要对不同动物的交易区进行分区，设置物理屏障，防止人员和物品之间的相互往来。

（二）必备的消毒设施

各种化学消毒剂，背负式、可推式或担架式喷雾器，臭氧发生器，车辆消毒池，人员消毒通道，化粪池、生物发酵池和焚尸炉等。

二、车辆的消毒

车辆在进入交易场所之前检查检疫证明文件是否齐全和有效，然后让车辆通过交易场所入口处的消毒池，消毒池的长度为最大车轮长度的一周半，同时用喷雾器对车身和驾驶室进行喷雾消毒，有条件的话对整个车辆及其装载的动物进行喷雾消毒。车辆的具体消毒方法参照运输工具的消毒。

三、出入人员消毒

禁止闲杂人员和无关人员进入交易场所，进出交易场所的人员通过专用的通道进出，而且要采用不同的进出通道，进入通道在离开通道的上风向和上水向。进入人员要经过洗手消毒和鞋底消毒才允许进入市场，当离开市场时，要经过洗手消毒、鞋底消毒及身体的喷雾消毒后才准许离开市场。

四、交易场所的消毒

（一）消毒时机

1. 交易前消毒 每次交易场所开市前，要对交易场所的场地、暂

时存放动物的圈栏和计量设备等进行彻底的清扫和消毒，做到地面不存在污水和污物，圈栏等不能有残存的动物血、毛、残余饲料等；同时更换好交易场所入口处消毒池的消毒液，准备好各种消毒用具和配制好一定数量的消毒液。

2. 交易后消毒 每次集市散市后，应及时清除交易场地上的粪便、废弃物，将粪便和垃圾倒入指定的化粪池或生物发酵池内。集市的排水沟、垃圾箱、粪便发酵池等，每天用3%～5%的来苏儿溶液喷雾一次，集市内的动物棚舍、站栏、木柱、场地等，每周用3%～5%的来苏儿消毒1～2次，肉案等每周用1%～2%热氢氧化钠溶液消毒1～2次。对集市内的专用水源也应注意经常消毒。

（二）发生烈性传染病的消毒

当交易场所及其所在地发生烈性传染病时，应停止交易场所动物和动物产品的交易，除采取封锁、隔离等措施外，应根据所发生的传染病选择消毒剂，对集市进行临时消毒。首先将动物病死地点和被污染的地方进行遍撒石灰或火焰喷烧消毒，再挖去10厘米深的表土，作第二次布撒或喷烧消毒，消毒后的表土送到粪便发酵池内进行发酵消毒，然后填上新土再消毒一次。对交易场所内死亡动物尸体进行焚烧处理或深埋。

（姜平 李玉峰）

第七节 动物医院的消毒技术

动物医院是对发病的各种动物进行诊疗的场所，发病动物携带的病原微生物和寄生虫等经各种途径排出体外后，污染动物医院地面、墙壁和各种用具器械等，易造成疾病的传播。此外，医护人员的手和诊疗用具也极易成为疾病的传播媒介。在动物医院感染控制中，消毒和灭菌在预防与控制外源性和内源性感染中发挥着极其关键的作用，因此动物医院应做好随时消毒和终末消毒，同时做好预防性消毒，以减少动物医院内外的感染。

一、动物医院医疗器械消毒灭菌方法的选择

动物医院的所有物品都有可能受到污染，需要消毒。它们由不同性质的材料制成，对热、湿、辐射的耐受性各不相同，动物医院在消毒后

大部分的物品应保持其原有的使用价值，因此，应严格按照其理化特性选择适宜的消毒方法。

1. 耐热、耐湿物品，如金属、玻璃、棉织物等首选高压蒸汽灭菌。金属、玻璃等还可选用干热灭菌和煮沸灭菌法。

2. 不耐热、不耐湿物品和精密仪器可选用环氧乙烷和甲醛气体灭菌。

3. 不耐热、不耐腐蚀医疗器械可用过氧化物类、醛类消毒液浸泡消毒或灭菌。

4. 有些物品的质材可吸附某些化学因子，如化纤、塑料可吸附季铵盐类化合物、酚及其衍生物。聚氯乙烯和橡胶可吸附环氧乙烷。对这些制品用相关消毒剂时应适当提高使用浓度。

二、动物医院常用消毒灭菌法的适用范围和用法

（一）湿热消毒灭菌法

1. 煮沸灭菌法 煮沸灭菌法为比较常用的消毒灭菌方法，简便易行，除要求速干的物品（如棉花、纱布、敷料等）外，可广泛用于多种物品的消毒灭菌。煮沸消毒灭菌法不一定要求用特别的消毒灭菌器，可用一般铝锅、铁锅等代替，但用前应洗刷干净，除去油污并加密闭盖子即可。一般用清洁的常水加热，水沸 3～5 分钟后将器械放到煮锅内，待第二次水沸时计算时间，15 分钟可将一般的细菌杀灭，但被芽孢杆菌污染的器械和物品至少需煮沸 1 小时。煮沸消毒灭菌时，器械或物品应浸没在水面以下，煮沸器盖子应关闭严密，以保持沸水的温度。

2. 高压蒸汽灭菌法 高压蒸汽灭菌法需用特制的灭菌器，应用普遍，灭菌效果可靠。高压蒸汽灭菌法式样很多，但灭菌原理相同，均是利用蒸汽在灭菌器内积聚而产生压力。蒸汽的压力增高，温度也随之增高。通常用蒸汽压为 0.1～0.137 兆帕，温度可达 121.6～126.6℃，维持 30 分钟，能杀灭所有的细菌，包括具有顽强抵抗力的细菌芽孢，因此是比较可靠的灭菌方法。高压蒸汽灭菌法适用于玻璃、陶瓷、金属、橡胶、乳胶、棉丝制品等医疗用品的灭菌。

（二）化学消毒灭菌法

化学消毒剂消毒法并不理想，尤其对细菌的芽孢往往难以杀灭。化

学药物的浓度、温度、作用时间等不同会影响其消毒能力。但化学消毒剂消毒法不需要特殊设备，使用方便，尤其对于某些不宜用热力消毒灭菌的用品，仍不失为一个有用的补充消毒手段。化学消毒剂消毒法适用于手臂、仪器及塑料用品的消毒。

1. 苯扎溴胺（新洁尔灭） 属于阳离子表面活性剂，毒性较低，刺激性较小，消毒能力较强。使用时多配制成 0.1%的溶液，常用于浸泡消毒手臂、器械或其他可浸湿用品等。用于手术人员手臂消毒时，浸泡和拭洗的时间为 5 分钟；用于医疗器械的消毒时，浸泡时间为 30 分钟。使用此类消毒剂时，不可与各种清洁剂，如肥皂混用，它们属于阴离子活性剂，两者相遇会大大降低消毒效能。

2. 氯己定（洗必泰） 理化性质稳定，可用 0.02%水溶液消毒手臂，浸泡 3 分钟；0.5%洗必泰乙醇溶液可用于术野皮肤消毒；0.1%水溶液用于器械的消毒；0.05%～0.1%可用于口腔和外伤的冲洗。

3. 乙醇 乙醇是常用的消毒剂，用于浸泡、擦拭消毒。70%的水溶液可用于浸泡器械，特别适用于有刃的器械，浸泡时间不少于 30 分钟，可达到理想的消毒效果。

4. 含氯消毒剂 含有效氯 100～250 毫克/升可杀灭细菌，含 2 000 毫克/升可杀灭细菌芽孢。这类消毒剂对人和动物有一定的刺激，大量使用可污染环境，在动物医院，此类消毒剂一般用于环境、物品表面、污水、排泄物、废弃物的消毒。

5. 碘酊和碘伏 5%碘酊和 0.3%～0.5%碘伏常用于皮肤消毒，如注射、术野皮肤、外科手臂消毒。0.05%～0.1%碘伏用于伤口和口腔消毒。

6. 煤酚皂 又名来苏儿，其主要成分为甲基苯酚。5%～10%溶液用于环境、排泄物的消毒；5%溶液用于器械物品消毒。因其有刺激性，故在使用前应将黏附于器械表面的药液冲洗干净后方可应用于手术区内。

7. 甲醛溶液 10%甲醛溶液用于金属器械、塑料、橡胶制品及各种导管的消毒，浸泡 30 分钟；40%的甲醛溶液（福尔马林）可作为熏蒸消毒液。在任何抗腐蚀的密闭大容器内都可以熏蒸消毒。但采用甲醛熏蒸消毒的器物，在使用前需用生理盐水充分清洗，以除去其刺激性。熏蒸消毒也可用于室内消毒，每立方米的空间用 2 毫升的 40%甲醛溶液，加入等量的常水，加热蒸发。消毒后，应使室内通风，否则会有很强的刺激性。

（三）紫外线消毒灭菌法

在非门诊时间开灯照射 2 小时，有明显的杀菌作用。照射距离以 1 米之内最好，超过 1 米则效果减弱。使用紫外线消毒时，应保持灯管洁净，定期用酒精棉擦去石英管上的油渍和尘埃。人员不可长时间处于紫外灯光的照射下，否则可以损害眼镜和皮肤，形成一种轻度灼伤，可戴防护眼镜，且照射距离不宜过近。

（四）干热消毒灭菌法

主要用于耐高热物品，如金属、玻璃制品等的消毒和灭菌。将上述物品放入电热烤箱，加热至 160℃，维持 30 分钟可达到灭菌。使用过程中应注意不可在加温过程中途添加上述物品，待箱内温度降至 60℃以下，方可打开箱门取物，防止因温差过大引起玻璃器械炸裂。

（五）焚烧无害化处理

使用专用焚烧炉焚烧动物医院废弃物，如动物的尸体、病理标本、敷料、棉球、引流条、一次性使用注射器、输液器和垃圾等，操作过程中应注意燃烧彻底，防止污染环境。

三、诊疗对象及工作人员的消毒

（一）诊疗对象的消毒

在给患病动物进行注射、输血、手术时，应对注射、手术部位的皮肤进行严格的消毒。常用皮肤的消毒液有 5%的碘酊、75%的酒精、0.1%的新洁尔灭等。口腔、鼻腔、直肠、阴道等处黏膜消毒常用 0.1%新洁尔灭、0.1%的高锰酸钾液、2%～3%硼酸溶液。眼结膜消毒时，常用 3%的硼酸溶液。蹄部消毒常用 2%～3%的来苏儿溶液蹄浴。

手术部位消毒时，如是无菌手术，应由手术区的中心部向四周涂擦，如是已感染的创口，则应由清洁处涂向患处。先用 5%的碘酊涂擦，3～5 分钟后用 75%酒精脱碘，脱碘后再用 5%碘酊涂擦一次，然后用 75%酒精脱碘。少数动物对碘酊敏感，可改用其他消毒液。

注射、穿刺部位消毒时，先用 5%的碘酊涂擦，再用 75%酒精脱碘，然后注射和穿刺。

（二）动物医院工作人员的消毒

兽医与发病动物接触应更衣，根据需要穿戴已消毒的工作服、帽、口罩、胶靴、手套等，对发病动物诊断及治疗。诊疗结束后，所用物品经消毒、清洗后再次使用。

手术人员应首先穿戴一次性手术帽和口罩，然后修剪指甲，磨平甲缘，剔除甲缘下的污垢。手部有创口，尤其有化脓感染的不能参加手术。手部有小的新鲜伤口如果必须参加手术时，应先用碘酊消毒伤口，暂时用胶布封闭，再进行手的消毒。手术时应戴上手套。肘关节以下手臂用肥皂反复擦刷和用流水充分冲洗。冲洗时手应朝上，使水自手部向肘部方向流去。然后用灭菌纱布按上述顺序拭干。手臂经上述初步的机械性清洁后，还必须经过化学消毒剂的消毒。手臂的化学消毒最好是用浸泡法，以保证化学药品均匀而有足够的时间作用于手臂的各个部分。专用的泡手桶可节省药液和保证浸泡手臂的高度。常用 0.1%的新洁尔灭溶液消毒，将手臂分别在两桶 0.1%新洁尔灭溶液桶中依次浸泡、擦洗 5 分钟。洗完后，用灭菌纱布拭干，穿戴经高压蒸汽灭菌的手术包内的手术衣和手套后，等待手术。经过消毒后的手臂，不可接触未消毒的物品，如误触未消毒物品，应重新进行洗刷和消毒。

（周振雷）

第八节　兽医微生物实验室的消毒技术

兽医微生物实验室是各种动物疫病病原体汇集、混杂之处，因此切实做好消毒、灭菌和防止传染是疫病研究、诊断实验室工作中的重要环节，必须严密地实施疫病诊断与研究过程中的全程消毒工作；而且对于危害程度不同的微生物，必须在不同的物理性防护条件下操作，一方面防止实验人员和其他物品受污染，同时也防止其释放到环境中。

物理性防护，由隔离设备、实验室的设计及实验实施等方面组成，根据其设施与管理严密程度及给个人、环境、社会提供的保护情况，分为 P1、P2、P3 和 P4 四个生物安全等级。危害程度不同的微生物试验要求在不同的生物安全实验室中进行。第一级危害群微生物：与人类成人健康和疾病无关，对健康成年人无致病作用；第二级危害群微生物：引发人类患病，但很少出现严重情况，通常有预防及治疗方法，对人和

环境有中等潜在危害的微生物；第三级危害群微生物：引发人类患病，并出现严重或致死情况，但可能有预防和治疗方法，主要通过呼吸途径使人传染上严重的甚至是致死疾病的致病微生物或其毒素；第四级危害群微生物：引发人类患病，对人体具有高度的危险性，并出现严重或致死情况，通过气溶胶途径传播或传播途径不明，目前尚无有效疫苗或治疗方法的致病微生物或其毒素。对世界卫生组织（WHO）、世界动物卫生组织（OIE）与国家法定的Ⅰ（A）类传染病的研究、诊断应在生物安全3级（BSL－3）实验室进行。

一、实验室应用材料的消毒技术

疫病研究与诊断中使用的各种器械及用品，在使用前和使用后都必须按要求进行严格消毒。根据器械及用品的种类和使用范围不同，其消毒的方法和要求也不一样，具体如下。

（一）玻璃器皿的消毒

1. 普通玻璃器皿的消毒 对于新购入的玻璃器皿，应先在1%～2%的盐酸溶液中浸泡3～4小时，以中和器皿上携带的碱性物质。对于使用过的玻璃器皿，若已经被病原微生物污染，在洗涤前必须使用消毒剂浸泡消毒或经高压灭菌，除去残留的病原微生物。玻璃器皿经上述预处理后，浸泡于水中，用毛刷擦上肥皂，刷去油脂和污垢，然后用自来水冲洗数次，最后用蒸馏水冲洗。洗净的玻璃器皿倒插于干燥架上，使其自然干燥，必要时还可放到37℃温箱或50℃干燥箱中，加速其干燥，温度不宜过高，以免器皿破裂。清洗干燥的玻璃器皿在消毒之前，须分开包装妥当，以免消毒后又被杂菌污染。

（1）*吸管* 先将吸管口塞入少许脱脂棉，以防止使用时将病原微生物吸入吸球或吸头中，同时又可对吸管口中进入的空气进行过滤。塞入的脱脂棉应松紧适宜。塞好脱脂棉后，将吸管用牛皮纸或锡箔纸包裹，置于专用金属套筒内。

（2）*青霉素瓶* 先用纸将其单个或数个包成一包，然后置于金属盒内。

（3）*一般玻璃器皿* 先做好大小适合的纱布棉塞，将试管或三角烧瓶塞好，外面用纸张包好，烧杯可直接用纸张包扎。

（4）包装好的上述玻璃器皿放入干热灭菌器内消毒，于160～180℃下作用2小时。也可采用高压消毒法，在103.4千帕压力下持续

作用 20～30 分钟。

2. 用于组织及细胞培养的玻璃器皿的消毒

（1）用于组织及细胞培养的玻璃器皿（如细胞培养瓶、三角烧瓶、移液管、吸管等），无论是否已经用过，均须先用洗洁剂清洗干净，然后采用由重铬酸钾、浓硫酸和水按一定比例配制的清洁液浸泡 20 小时，接着用流水冲洗 10 次以上，最后用蒸馏水冲洗 5 次以上或用双蒸水冲洗 3 次以上。

（2）玻璃器皿清洗干燥后，必须经包装后方可消毒，以防消毒后被杂菌污染。细胞培养瓶的瓶口先用锡箔纸包扎，外面再用牛皮纸包裹；吸管和移液管包扎前先在上管口塞入少量棉花（不宜太紧或太松），装入玻璃或金属套筒内消毒；试管以 4～6 支为一组，用方形牛皮纸包裹在一起进行消毒；青霉素小瓶可以直接放入铝盒内消毒。

（3）消毒包装好的用于细胞培养的玻璃器皿，须采用干热灭菌法，160～180℃维持 2 小时。灭菌处理后的玻璃器皿，应在 2 周内使用，过期使用应重新消毒。

（二）搪瓷器皿的消毒

1. 药杯与换药碗的消毒　将药杯用清水冲去残留药液后，浸泡在 0.1%新洁尔灭溶液中 1 小时；将换药碗用肥皂水煮沸消毒 15 分钟；再将药杯与换药碗分别用清水刷洗冲净后，煮沸消毒 15 分钟或高压消毒后备用。

2. 托盘与方盘的消毒　将其分别浸泡在 1%漂白粉澄清液中 1 小时；再用皂水刷洗，清水洗净后备用。

3. 污物敷料桶的消毒　污物敷料桶每周消毒 1 次，桶内倒出的污敷料须经消毒处理后回收或焚毁后弃去；将桶内污物倒去后，用 0.2%过氧乙酸溶液喷雾消毒，放置 30 分钟；用碱或皂水将桶刷洗干净，清水洗净后备用。

（三）金属器械的消毒

1. 止血钳和镊子等的消毒　被脓、血污染的镊子、止血钳等应先用超声波清洗干净，再行消毒；放入 1%皂水中煮沸消毒 15 分钟，再用清水将其冲净后，煮沸 15 分钟或高压消毒备用。

2. 手术刀剪等锋利器械的消毒　将器械浸泡在 2%中性戊二醛溶液中 1 小时；用皂水将器械用超声波清洗，清水冲净，揩干后，浸泡于第

二道2%中性戊二醛溶液中2小时；用清水冲洗后浸泡于0.1%新洁尔灭溶液的消毒盒内备用。

3. 开口器的消毒　将开口器浸入1%过氧乙酸溶液中，30分钟后用清水冲洗；用皂水刷洗，清水冲洗，揩干后，煮沸或高压蒸汽消毒备用。

4. 推车的消毒　每月定期用去污粉或皂粉将推车擦洗一次；被污染的推车应及时用0.2%过氧乙酸溶液擦拭，30分钟后再用清水揩净。

（四）橡胶类用品的消毒

1. 橡胶手套的消毒　将手套浸泡在0.2%过氧乙酸溶液中，30分钟后用清水冲洗，再将手套用皂水清洗，清水漂净后晾干；将晾干后的手套，用高压蒸汽消毒或环氧乙烷熏蒸消毒后备用。

2. 导尿管、肛管、胃导管等用品的消毒　将物件分类浸入1%过氧乙酸溶液中，浸泡30分钟后用清水冲洗，再将物件用皂水刷洗，清水洗净后，分类煮沸15分钟或高压消毒后备用。

3. 输液输血皮条的消毒　将皮条上注射针拆去后，用清水冲净皮条中残留液体，浸泡在清水中，再用皂水反复揉搓，清水冲净，揩干后，高压消毒备用。一次性输液输血皮条高压灭菌后方可弃掉。

（五）培养基的消毒灭菌

培养基分装后，必须进行灭菌，以达到完全无菌的目的。培养基灭菌常用方法有高压灭菌及流动蒸汽灭菌两种。高压灭菌法是最可靠的灭菌方法，一般基础培养基通常在121.3℃灭菌15～20分钟；含糖培养基常采用115℃灭菌10～15分钟，以免糖类因高热而分解。流动蒸汽灭菌法主要用于间歇灭菌，一般鸡蛋培养基、血清培养基及其他不耐热的培养基，可采用这种方法灭菌，通常在80～100℃温度下，灭菌30分钟，每天1次，连续3天即可达到无菌的目的。

此外，含有尿素、血清等不耐热物质的培养基，也可用过滤除菌法或化学药物灭菌法，如在尿素液内加入麝香草酚结晶，作用24小时后，可杀灭尿素液内的杂菌。

（六）细胞营养液的消毒

细胞培养液的营养物质对热比较敏感，因此不能对培养液进行高温消毒。对营养液的消毒主要采用过滤的方法进行除菌，但是过滤不能除

去病毒和支原体。

二、兽医微生物实验室常规消毒技术

疫病诊断、研究实验室在处理病死动物和进行病原分离、鉴定等时，如果处理不当和消毒不彻底，就会造成病原在实验室的扩散，使实验室成为一个新的疫病传播地，尤其是处理人兽共患病病原时，有可能会使操作人员发生感染。因此，疫病研究与诊断实验室应该进行严格的消毒和灭菌，以预防和消除实验室内的交叉感染。

（一）无菌室消毒

无菌室在使用前后可用紫外线照射 30～60 分钟，或将无菌室门窗紧闭，按每立方米空间用福尔马林 25 毫升，加高锰酸钾 25 克，水 12.5 毫升，熏蒸 4 小时以上或过夜。

（二）室内操作台面和地面、墙面的消毒

用 0.1%的新洁尔灭溶液擦拭，或用 0.2%过氧乙酸擦拭消毒。

（三）实验动物与带毒残废物的无害化处理

动物疫病研究与诊断中涉及许多带毒的病料、标本和尸体，以及各种患病动物和在病原分离、毒力测定、发病实验、免疫实验工作中各种实验动物（多数为细胞、鸡胚、小鼠、大鼠、地鼠、家兔和禽类等小型动物）的病死尸体和残废物，这些带毒的污染物必须进行无害化处理。

1. 与病原处理相关用品和废液的消毒 接种针、接种丝和涂布棒等在使用前后要进行火焰烧灼消毒；所有的检验标本、培养物以及污染的玻璃器皿等，应放入消毒药水桶内过夜，再用高压蒸汽灭菌消毒，或用水煮沸后，再清洗；工作完毕，两手应用肥皂和水洗净，必要时先用来苏儿（浓度不低于 3%）消毒，然后用水冲洗。在进行霍乱、布鲁氏菌、炭疽等烈性菌检验时，工作人员应严格注意避免自身感染和传播他人。凡标本、容器、培养物及其他有可疑污染的器械物品都要尽可能用高压蒸汽灭菌或焚化。

2. 实验后的鸡胚、病死动物尸体和动物排泄物等的消毒处理 实验结束后，对鸡胚煮沸消毒 30 分钟以上；病死实验动物尸体焚烧处理；对小鼠排泄物及鼠缸内垃圾进行焚烧或高压消毒；家兔、豚鼠排泄物按 5 份排泄物加 1 份漂白粉，充分搅拌后消毒处理 2 小时；其余送检病料

及标本高压灭菌或焚烧处理。

（四）意外事故的紧急处理

实验室内一旦发生传染性病原体散布在桌上或地上，应立即用 5%石炭酸或 5%来苏儿覆盖被污染处，10 分钟以后，用布或棉花拭净。盛放标本、病毒的试管、培养管等破碎片或标本、病毒泼洒在工作台或地面时，应用该病毒敏感的消毒剂覆盖，处理 30 分钟以上。当病原体或标本污染手时，应用该病原体敏感的消毒剂浸泡洗刷，再用 75%酒精擦拭，最后用肥皂水洗净。工作服等污染有病原体时，须经 121.3℃ 20 分钟高压蒸汽灭菌处理。试管架等污染有病原体时，浸泡在敏感的消毒液内消毒 30 分钟。

（五）实验室人员的个人消毒与防护

在从事动物疫病的研究与诊断过程中，许多疫病属于人兽共患病，其病原可通过传播媒介感染人发病，损害人体健康，甚至危及生命。因此，在从事动物疫病研究与诊断的过程中，工作人员应采取技术措施和个人防护措施，保障人的安全和健康，具体措施如下。

1. 手与皮肤的消毒　工作者的手与皮肤是经常接触实验室病原体的部位，因此应注意及时消毒。工作前用肥皂流水洗手 2～3 分钟，搓手使泡沫布满手掌手背及指间至少 10 秒钟，再用流水冲洗干净，若手上有伤口，应戴手套。实验工作后，用 0.05%碘伏或 0.5%过氧乙酸或 0.1%新洁尔灭浸泡 2 分钟，然后用清水冲洗干净。

2. 对化学因素的防护　实验室人员在配制化学消毒剂时，应戴口罩、帽子、护目镜、手套、穿长筒防水靴及防水围裙，防止消毒液溅到皮肤黏膜及眼睛内，配制时严格遵守操作规程，准确掌握配制浓度，取放物品后及时加盖，避免消毒液挥发对人体造成危害。

3. 对生物因素的防护　实验室工作人员在处理回收后的器械用品时要戴口罩、帽子、护目镜、手套，穿长筒防水靴及防水围裙，防止操作时溅到皮肤、口腔、眼内。对人畜共患病，如高致病性禽流感、布鲁氏菌病、乙型脑炎等接触过的用品与器具，应先灭菌再刷洗，操作完毕后更衣并洗手。水龙头应设脚踏式或感应性开关，洗手后自动烘干。

4. 对机械性因素的防护　在回收各种锐利器械时，应特别注意防止刺伤，针头、刀片不要用手直接取下，要用持针器取下，放在利器盒内，以防刺伤，一旦意外刺伤，要快速挤出血液，迅速用清水或肥皂水

冲洗，然后用碘酒、酒精等消毒处理后包扎。

三、生物安全三级实验室的消毒技术

生物安全三级实验室又称 P3 实验室，是操作危险等级较高的病原微生物时实现生物安全的手段，目的是为了保护人员、产品及环境等不受污染。所用器材等的消毒见疫病研究与诊断实验室应用材料的消毒技术。

（一）空气消毒

采用高效过滤器（ HEPA）对外界环境进入实验室的空气进行过滤消毒，利用生物安全柜对进入实验室内的空气进行进一步过滤消毒，所有实验室中外排的气体也要经过过滤消毒处理。进入 P3 实验室工作前，应提前 1 小时启动 P3 实验室负压系统，各项安全参数符合标准时才能进入 P3 实验室工作。工作结束后，在 P3 实验室运行情况下开启紫外杀菌灯至少 1 小时，再关闭实验室负压系统。

（二）人员的防护与消毒

实验室工作人员进入 P3 实验室要更换 P3 专用防护服装，在 P3 实验室缓冲间依次穿好双层鞋套和衣裤，戴好帽子、口罩、眼罩和双层手套，然后进入 P3 实验室工作区内。工作完毕离开 P3 实验室工作区，先进入缓冲间内，按无菌操作要求，首先消毒外层手套，然后脱掉外层手套，再消毒内层手套，然后戴着手套按无菌操作要求依次脱掉帽子、眼罩、口罩、衣裤和外层鞋套，将脱掉的衣物装入高压消毒袋中消毒，然后再依次脱掉内层鞋套和内层手套，置另一高压消毒袋中，消毒巾擦拭面部和双手消毒后离开 P3 实验室缓冲间。

（三）样品的传入与传出

样品进出 P3 实验室要通过样品传递窗。首先打开 P3 实验室外的传递窗门，将样品放入传递窗内，关闭室外传递门，待安全灯亮后，打开室内传递窗门，取出样品后关闭室内传递窗门。样品使用后，严格无菌包装后，才可经传递窗传递出 P3 实验室。

（四）废弃物的处理

P3 实验室内的实验废弃物均需高压灭菌后才能移出 P3 实验室，实

验材料及仪器设备移出 P3 实验室前需经严格消毒。

（吴加强　李玉峰）

第九节　兽医生物药厂的消毒技术

兽医生物制品是一种特殊药品，是将病原微生物、微生物代谢产物、动物血液或组织等经加工制成用于疫病的预防、诊断、治疗的一类具有生物活性的制品。其质量优劣不仅关系到对动物防病、治病的有效性和安全性，也关系到人类的健康和可能给生态环境造成的影响。正确的生产和使用生物制品，可使许多疫病得到有效的控制或扑灭；另一方面，质量不良的生物制品，不仅在使用后产生不了应有的效果，甚至可能带来十分严重的后果。1901 年，在美国接连发生了 13 名儿童在注射了马血清白喉抗毒素以后，因为破伤风梭菌感染而相继死亡的严重事故。诸如此类的教训使所有的生产厂商对生物制品的质量和安全性都非常重视。生物制药厂是生产生物药品的地方，由于生物制品原材料的特殊性，稍有不慎，生物制药厂也有可能成为疫病传播的散播地。为保证所生产产品的安全性，如何结合兽用生物制品的特点做好生产过程的微生物控制必然是生物制品生产中的重要内容之一，且贯穿于生产的始终。有效的消毒和灭菌技术是杀灭或除去微生物最直接和有效的措施。生物制药工业与其他制药业一样，也是通过实施“良好的质量管理规范(GMP)”，采用物理或（和）化学的消毒灭菌方法来实现对生产过程中微生物的控制，只是方法选择时还需考虑消毒剂的残留和制品的稳定性等问题。

一、厂区布局

为做到安全生产，就“大消毒”而言。生物药厂厂区的布局应符合生产流程的要求，保证生产工序衔接合理。一般应做到厂房建筑面积与占地面积的比例应恰当；生产用房、仓库、辅助用房的面积比例协调，与生产规模相适应；整个产区内人流与物流要分开；厂区内生产区应与行政区、生活区分开，并间隔一定的距离，不得互相影响；生活区与行政区应处于上风向，生产区以及三废处理、锅炉房等有严重污染的区域，应置厂区的下风向。

（一）生产区布局

在考虑生产区内各个功能区域的布局时，应根据防止交叉污染的原则进行设计。既要采取一切措施防止生产区受到环境、人员、物料等的污染，又要防止厂区向外散播微生物，污染周围环境。

1. 洁净厂房 洁净厂房宜布置在厂区内环境清洁，人流物流不穿越或少穿越的地段，与交通频繁道路间的距离应大于 50 米。应分别设置人员和物料的出入门，原辅料和成品出入口要分开，极易造成污染的物料和废弃物必要时可设置专用的出入口，厂房内物料传递路线应尽量短；人员和物料进入洁净厂房要有各自的、与生产区洁净级别相适应的净化室和设施；生产区域按照工艺流程布局，减少流程的迂回反复；操作区内只允许放置与操作有关的物料和设备，不得用做其他区域内工作人员的通道。

2. 无菌室 无菌室主要是进行强毒（菌）种生产、检验等的场所，为防止散毒，无菌室需与其他区域严格隔离。不同洁净级别的房间或区域要按空气洁净度的高低由里向外布置；空气洁净度相同的房间或区域宜相对集中；不同空气洁净度房间之间的联系要有防止污染的措施，如气锁、风淋间或传递窗柜。

3. 安检、效检用实验动物房 应与其他区域严格分开，并有专用的进出口及空气处理和净化消毒设施。

4. 用水量大、潮湿的区域 洗涤室等最好设在离无菌室较远的地方，厕所不得设置在有空气洁净度要求的生产区域内。

（二）非生产区布局

生物制品厂的非生产区主要包括办公室、仓库及停车场等。一般来讲，生物药厂的非生产区应处于该厂主导风向的上游。这样既保持了非生产区的环境，又有效地降低了生产区向非生产区的散毒危险。办公室应独立分开，仓库与成品库的位置既要考虑方便物料和成品进出仓，又要尽可能减少物料和成品受污染的机会。目前，国内外兽药企业在设计仓库时，把仓库与生产区连为一体，这样物料入仓后，整个物流的过程都处于封闭状态下，直至成品销售出厂。

二、生产厂区的消毒与灭菌

针对所有可能的污染来源，对进入的人员、物料、生产场所等采取各种措施控制微生物污染，以保证生物制品的质量，是生物制药厂生产

过程中一项极其重要的工作。

（一）环境的消毒

生产车间外的厂区一般不进行大规模消毒，优先考虑的是清洁。可通过在厂区外种植树木和草皮的方法减少尘土飞扬，减少微生物通过飞扬的尘土进行传播的机会。厂房建筑的外部，大多黏附空气中尘埃等污物，用高压水流自上而下冲洗即可，必要时加入建筑专用洗涤剂或季铵盐类消毒剂。

车间内走廊和过道等若通风条件良好，一般不会滋生真菌等其他微生物，定期用吸尘器清除积尘即可。湿度大、通风不良车间的墙面易滋生真菌，不锈钢墙面也不例外，应根据车间清洁级别要求、建筑材料的特性采取适当的消毒灭菌方法，但应注意消毒剂残留和腐蚀的问题。

生产洁净区（无菌车间），一般墙面均为不锈钢、彩钢板、铝合金以及大面积玻璃或瓷砖等防水耐腐蚀的材料，可以用化学消毒剂如二溴海因、二氧化氯消毒剂或过氧乙酸等局部擦拭。地板可以用二溴海因、二氧化氯消毒剂以及过氧乙酸冲洗。氯己定、苯扎溴铵等不应作为主消毒液，因为它们很难杀死真菌和芽孢，除非有 65℃以上热水、足够长的时间等协同作用。应定期更换消毒剂种类。

对于无地漏清洁区域使用的拖把，用后应高压蒸汽灭菌，长期使用消毒剂浸泡容易造成耐药菌的滋生和传播。控制区的墙面耐水性较差，可用二溴海因、二氧化氯消毒剂或过氧乙酸等局部擦拭。

（二）空气净化

空气虽然不是微生物生长和繁殖的理想环境，但大气中漂浮着许多尘埃和水滴等悬浮物，在许多情况下是微生物生存和传播的媒介。为防止空气中尘埃、昆虫、动物等污染物的进入，使厂房内达到规定的洁净度，同时也防止工作间的散毒，一般可通过采用紫外线照射、滤过，以及化学消毒来维持生产区域相应的空气洁净度，并使空气保持一定的流向。

1. 紫外线照射

（1）固定式照射　将紫外灯固定吊装在天花板或墙壁离地面 2.5 米左右处向下或侧向照射。使上部空气受到紫外线的直接照射，当上下层空气对流时，使室内空气都得到消毒。由于紫外线对人体有伤害，所以这种照射方式只适应于室内无人时使用。使用这种方法进行室内空气消毒时，灯的功率应为每立方米≥1 瓦，一般室内每 10 米^2 面积安装 30

瓦紫外灯管一支。

(2) *移动式照射* 对于没有安装固定紫外灯的地方，可用能搬动的紫外灯进行照射。在无人场所，可用活动紫外线灯架做暴露式照射。

2. 空气过滤除菌 空气过滤主要应用的是空气过滤器。过滤器根据滤材的滤菌（尘）效率，可分为初效过滤器、中效过滤器、高效过滤器和超高效过滤器四种。它们对 0.3 微米以上粒子的阻留率分别为 10%～65%、90%～95%、95%～99%和大于 99.9%。目前，制药行业多采用中央空调或空气处理系统来满足厂房的要求。根据不同生产区域空气洁净度的要求设置相应的空气净化处理装置。洁净程度最高的为无菌操作室，要求达到 100 级，即每升空气中≥0.5 微米的颗粒应≤3 500 个。通过使用大面积高效滤器使进入室内空气形成层流即可满足要求。

由于滤器的面积、通过滤器的风流与风速、气流的方向、房间的压力等对于空气过滤除菌的效果都会造成影响，因此，要综合考虑以达到预期的效果。为了达到应有的净化效果，还应定期及时更换过滤器。

3. 化学消毒法 目前用于降低室内空气中含菌量的化学消毒剂主要有臭氧、二氧化氯、过氧化氢、过氧乙酸等。

在生产中经常采用过滤除菌与其他灭菌方法相结合，以提高空气净化的质量。例如，在用过滤器过滤空气的同时辅以过氧化氢除菌，可以增强层流系统的消毒效果；紫外线照射的同时使用过氧化氢可大大增加空气的灭菌效果等。

4. 选择生产区空气消毒方法时应考虑的问题 首先，应根据生产区不同区域对空气清洁度的要求；其次，应考虑消毒过程中室内是否有人；第三，应兼顾经济的原因。从以上几个方面综合衡量，选择合适的空气洁净度级别。

厂房的空气洁净级别可分为 100 级、1 000 级、10 000 级和大于 10 000级，具体标准见表 7－4。

表 7－4 空气洁净度标准

洁净级别	尘粒数/升		活微生物/升	
	≥0.5 微米	≥5 微米	沉降菌	浮游菌
100 级	≤3 500	0	≤1	≤5
1 000 级	≤35 000	≤2 000	≤3	≤100
10 000 级	≤350 000	≤20 000	≤10	≤500
>10 000 级	≤3 500 000	≤200 000	—	—

（三）生产设备的消毒

设备是保证产品质量的前提，要获得质量良好的制品，必须对生产环节所使用的所有设备进行严格消毒灭菌。设备的材料多种多样，其灭菌的方法随材料的不同也有所区别。目前，生物药厂对设备灭菌主要采用以下几种方法。

1. 电离辐射消毒　特别适用于各种怕热的灭菌物品，如辐射级硅胶产品及塑料制品等。从长远和经济角度考虑，最适合于大规模消毒灭菌。

2. 高压蒸汽灭菌　高压蒸汽灭菌是应用比较广的一种灭菌技术，在生物药厂中主要是用于发酵釜、供水管路、液体药物传输系统等密闭型设备的灭菌。

3. 干热灭菌　主要用于玻璃瓶、连接器、搅拌器、试管、吸管、培养皿和离心管等的灭菌。

4. 化学消毒　化学消毒也是生物药厂应用较广的消毒技术，可根据设备材料性质的不同，选择相适应的消毒剂进行消毒。

（四）生产区人流的消毒灭菌

生物药品的整个生产过程由人设计、控制和参与的，人是生产过程中最大的可能污染源。因此，人员消毒是生物药厂不容忽视的问题。为保证生产的顺利进行和安全生产，保证最终产品的质量，人员进入生产区必须经过严格的消毒和灭菌。另外，生物药厂工作人员在生产过程中直接与病原微生物接触，全身各部都有可能沾染致病菌，在离开生产区时，如果不进行严格消毒，将会把病原微生物携带出来，造成散毒。所以，对人员离开时消毒也有严格要求。在所有的生物制药厂，都设有专门的人员净化室对进出工作人员进行消毒处理。

根据人员净化的要求，净化室由外到内可包括换鞋室、存外衣室、盥洗室、洁净工作服室、气闸室或风淋室等。在人员净化室入口处有净鞋设施，盥洗室应设洗手和消毒设施，龙头开关宜安装非手动式的。一般的进出净化程序如图 7－6 和图 7－7。

（五）生产区物流的消毒灭菌

为控制生产过程中微生物的污染，进入生产区的所有物件必须经过严格的清洗或消毒灭菌。清洗和消毒方法因进入物品的性质不同而

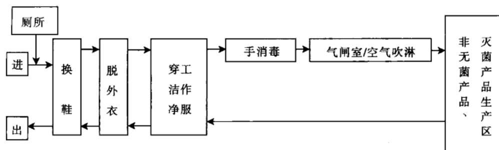


图 7-6　非无菌产品、可灭菌产品生产区人员净化程序

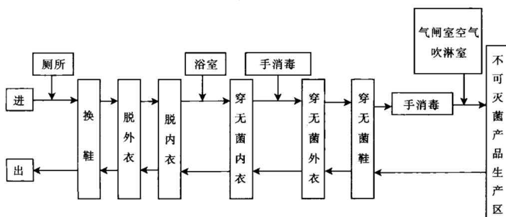


图 7-7　不可灭菌产品生产区人员净化程序

有所选择。一般而言，能耐受湿热灭菌处理的物品，如细胞培养用的转瓶、瓶塞、洁净服、缓冲溶液和试剂等，可采用双扉高压灭菌柜经高温高压灭菌处理后进入生产区；对于不能高温高压灭菌的细胞营养液、部分试剂和溶液（酶、双抗）等需采用过滤除菌后经管道泵入生产区；对于一些既不能高压灭菌也不能过滤处理的物品如生产用菌（毒）种、修理工具等，则需用表面消毒剂（如 84 消毒液、来苏儿等）进行表面擦拭消毒或紫外线照射后经专用传递窗进入生产区；此外，一些用量很大的溶液、佐剂等，则可以在高温高压灭菌后经管道泵入生产区。

（六）质检室的消毒

生物制品质量检验贯穿于生产的始终，从生产用菌（毒）种、原材料到半成品的检查，直至最终的成品检验。检验内容涉及制品的物理性状检验、纯粹检验、安全检验以及效力检验等多项内容，质检室

的功能就是完成以上各项检验内容。为使检验工作能够安全顺利的进行，必须对不同功能的质检室采取相应的消毒灭菌措施。质量检验室的消毒具体包括环境和检验设备两方面，检验设备的消毒可参照本节生产设备消毒方法和原则进行，空间消毒则要根据房间功能不同而不同。

1. 常规化验室　常规化验室主要是从事生产用培养基、佐剂及其他所需试剂的检验，不操作病原微生物。因此，此区域没有空气洁净度要求，主要以保持清洁、整洁为主。一般可用低效化学消毒剂，如季铵盐类消毒剂、煤酚皂溶液等定期进行工作台面和地板的擦拭。

2. 安全检验、效力检验用动物实验房　安检、效检用动物实验房是以评价生物制品安全性、效力为目的进行实验动物饲育、试验的设备和建筑物的总和。由于生物制品的效力检验一般都要使用强毒，为保证生物安全，均采用屏障系统使检验室与外界隔离，同时室内要有严格的消毒措施，以保证工作人员的安全。具体的消毒方案应根据使用细菌或病毒的生物危害级别来确定，当所用病毒（细菌）为高致病性病原微生物时，房屋应密闭，有精密的供气/排气系统，进出房间的空气要通过高效过滤系统的处理，房间内要形成定向气流；有配套的人员净化室以保证进出工作人员的安全，有高压灭菌设备对试验产生的废弃物进行消毒等。

（七）成品库（冷库）的消毒

冷藏是保证生物制品质量的一个重要条件，因此，各个生物制品厂都建有疫苗保藏用冷库。在我国，温度对兽用生物制品的生产和使用具有举足轻重的影响，如用猪瘟兔化弱毒疫苗株制备的新鲜脾淋苗在0～4℃只能保存14天，而在－10～－15℃则可以保存6个月；再如，作为成品的鸡新城疫Ⅱ系弱毒冻干疫苗在0～4℃可保存6个月，在10～15℃只能保存3个月。

冷库可分为中型和小型两类，中型冷库容量在1 000吨左右，中型冷库一般由主体建筑和附属建筑两部分组成。主体建筑包括不同温度冷藏库和空调间；附属建筑包括包装间、真空检验室、准备间、机房、泵房和配电室等。

冷库平常以保持清洁为主，必要时可以采用化学消毒剂进行消毒。可用3%～5%碳酸钠溶液、0.1%新洁尔灭溶液（1∶50）和84消毒液轮换消毒。

三、污物、动物尸体与病变组织的无害化处理

生物制药厂生产过程中产生的废弃物、动物尸体与组织除失去正常外观以外，还有可能携带病原微生物，如果处理不当，将会严重污染环境，并存在散毒的危险。所以，必须对污染的动物尸体和组织进行分类收集和堆存，并对污染情况不同的污染物分别进行处理，在达到无害化标准后，方可外输。一般用于动物尸体、污染废弃物消毒的方法主要是生物发酵消毒、高压灭菌消毒和焚烧处理。根据具体情况，可以单独使用一种方法，也可以几种方法交叉使用，以兼顾经济和无害化的要求。

（一）生物发酵消毒

在实际生产中，带毒粪便、残渣和垫料的处理可采用生物发酵。根据各厂残渣和粪便的数量建适当规模的生物发酵池，以每池装满后能自然发酵 2 年以上为原则。发酵池应一半设在强毒区内，一半设在隔离区外。生物发酵池内外墙面除用水泥砂浆粉刷外，应涂沥青防水层，防止池内污水渗透和池外地表水和地下水渗入，影响发酵效果。发酵彻底后，启盖清出粪便和残渣、垫料的腐烂物。

（二）污染物的焚烧处理

动物尸体和脏器的处理常用焚尸炉焚烧处理，焚尸炉的结构与火葬场火化炉基本相同，即应用喷柴油的方法，在引风条件下进行焚烧。但往往由于带毒尸体等不够一炉火化时，尸体堆积易散毒发臭或被野鼠拖走，故有的厂采用将尸体和脏器用高压蒸汽消毒，再用生物发酵方法进行处理，亦很安全。

（三）污水的消毒处理

生物制药厂在生产过程中产生的污水可能含有多种病原菌、致病性病毒和寄生虫（卵），如将污水不经过处理直接排放，则会污染江河湖泊及地下水，造成环境和水源的污染，更主要的是污水携带大量病原体，存在散毒危险。因此，做好生物制药厂的污水消毒十分重要。污水的处理和排放必须符合国家有关排放标准和生物安全的要求。生物药厂污水处理程序主要包括预处理、消毒、检验、暴晒和排放等。其流程如图 7－8。

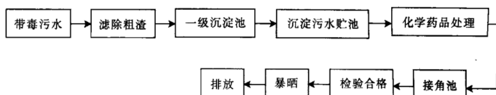


图 7-8　污水处理流程示意图

预处理是利用物理学的原理除去污水中的悬浮固体、胶体、油脂和泥沙。最常用的预处理方式是筛滤和沉淀。需要的设施有粗格栅、细格栅、沉淀池等。

化学消毒是污水无害化处理中关键的一步，有多种化学消毒剂可用于污水处理，其中以臭氧处理污水效果较好。该法主要利用臭氧中氧的强氧化作用，使污水中的致病菌、病毒及细菌芽孢迅速杀灭，比氯气作用更强。污水经臭氧处理后，水的浊度、色度有明显改善，化学需氧量一般可减少 50%～70%；可除去放线菌、霉菌、水藻的分解产物及醇、酚、苯等污染物产生的异味和臭味。臭氧法反应迅速、流程简单，没有第二次污染，但耗电量较高。此外，还可用液氯、二氧化氯等进行消毒处理，用液氯消毒时，必须采用真空加氯机，并将投氯管出口淹没于污水中，严禁无加氯机直接向污水内投加氯气；输送氯气的管道用紫铜管，输送含氯消毒剂的管道用硬聚氯乙烯管。

四、非生产区的消毒

（一）环境的清洁、卫生和消毒

非生产区一般不进行大规模消毒，优先考虑的是清洁。减少空气微生物污染机会的经济有效办法是绿化。通过植树、种草、建立绿化带，防止该区域内尘土飞扬，给办公区域制造一个良好的工作氛围。非生产区的道路应尽可能是柏油或混凝土，道路应有专人进行清扫，保持道路清洁。定期用高压水冲洗厂区道路，以减少粉尘飞扬而传播微生物。同时也应尽可能保持非生产区外墙壁的清洁。在有必要时，需对非生产区道路、外墙壁等进行冲洗并用相关消毒剂进行喷洒消毒。

（二）办公室的消毒

生物药厂办公室属非生产区范畴，无洁净级别要求，办公室卫生消毒主要是通过机械的方法对办公室内的地面进行清扫以及用抹布擦洗办

公桌椅，保持室内环境干净整洁，必要时用抹布蘸取消毒液对室内桌椅进行擦拭或用化学消毒液进行喷雾。所要注意的是消毒剂应根据室内桌椅的材料性质而适当选择，以防止消毒剂使用不当而腐蚀办公桌椅。喷洒消毒液时室内不能有工作人员，喷洒人员应做好自我防护。

（三）物料仓库的消毒

物料仓库是储存生物制药原料、新进设备、器械等的场所。良好的原材料是保证药品质量的重要保证，因此，应保持物料仓库的清洁、干燥。一般而言，物料仓库无需消毒，只需保持库区清洁干燥，做好防虫、灭鼠工作。必要时可用适当的消毒剂进行喷洒。仓库区卫生控制主要通过以下几个方面来完成：

1. 库房内各类原辅材料及成品要按规定的区域存放，应做到区域划分明确、隔断界线清楚，存、取货走道畅通，物料标识明确并留有消防通道。

2. 库房内货架、垫板必须摆放整齐，离地 30 厘米、离墙 50 厘米，摆放方阵要便于吸尘和清洁。

3. 同一物料箱应在堆码极限高度要求范围内等高堆放，力求整齐，整洁，方便收发，便于整理。

4. 库内不得存有异物，地面每日清扫，垃圾随时清除并置于垃圾存放点。

5. 每周做一次清扫工作，对墙面，顶棚，屋角要重点清洁，不得有蛛网存在，门窗内外要彻底清擦，门窗内以洗净手指抹过不留灰尘为合格。

6. 随时杀灭进入库房区的昆虫和小动物。

7. 所有门窗顶棚的木结构部分，如有腐朽立即修理。

8. 领料、送料人员进入库区时，衣、鞋必须整洁，必须在库房门外净鞋设施上除净鞋底的泥土。

9. 进库货箱必须严格检查有无污损，如有，必须待污物清除而不损伤外包装的情况下才可收入库内。

10. 除在拿取方便的位置放置消防器材外，库内不得有任何杂物。

11. 库区应通风良好，控制温度、湿度、防潮、防霉，通风窗口应安纱窗以防蚊蝇进入。大风大雨应关窗关门，防止风夹带尘沙进入库区，防止雨浸湿、污染场地和物料。

（尹革芬　王继华）

第八章

兽医消毒方案

第一节　动物养殖场的消毒方案

一、规模化猪场的消毒方案

为了有效控制病原微生物入侵，控制传染源，切断传播途径，确保猪群的安全，规模化猪场必须严格做好日常消毒工作，制定切实可行的消毒方案。

(一) 非生产区消毒

猪场入口处必须设立门卫、消毒室、车辆消毒池。消毒池的长度为进出车辆车轮 2 个周长以上，消毒池上方要建顶棚，防止日晒和雨淋。最好设置喷雾消毒装置，对车辆车顶及车身进行消毒，并有人专职负责管理。

1. 人员消毒　凡需进入养殖场的人员（参观人员、工作人员等），必须走专用消毒通道，并按规定消毒。

(1) *体表消毒*　在入口消毒室人员出入通道必须设置消毒装置，如紫外线灯、高压喷雾消毒装置等。紫外线消毒成本低，但对人体可能有害，有时因紫外线灯管安放位置不合理，影响消毒效果。高压喷雾消毒装置效果比较确实，在人员进入通道门时，即可进行喷雾，使通道内充满消毒剂气雾，人员进入后全身黏附一层薄薄的消毒剂气溶胶，能有效地阻断外来人员携带的各种病原微生物。

(2) *鞋底消毒*　人员出入通道地面应做成浅池型，池中垫入有弹性的室外型塑料地毯，消毒药随时适量添加，保持水位，每天更换一次。消毒剂 3～4 月更换一次。

(3) *手消毒*　大门消毒室设置洗手盆，凡进入猪场的人员必须洗手消毒，消毒盆每天更换一次。

2. 车辆消毒　除饲料运输车辆外，其他社会车辆一律不能进场。

（1）饲料运输车　进入养殖场的饲料运输车必须严格消毒，特别是车辆的挡泥板和底盘必须用消毒液充分喷透，驾驶室等也必须严格消毒。

（2）运猪车　运猪车不得进入猪场生活区；在靠近装猪台前需先经清洗、干燥和消毒后方可装载。

3. 办公室及生活区环境消毒　办公室、会客室可以设置紫外线灯和臭氧发生装置，在人员离开时进行消毒。正常情况下，宿舍、厨房、冰箱等必须每周消毒一次，卫生间、食堂餐厅等必须每周消毒 2 次。疫情暴发期间每天必须消毒 1～2 次。

（二）生产区消毒

1. 进入生产区人员的消毒　猪场员工和来访人员进入生产区需更换一次性的工作服，换胶鞋，如有条件，可以先洗澡更衣。洗澡更衣顺序为：外间更衣→洗澡→里间换工作衣→喷雾消毒。然后穿上生产区的胶鞋，通过消毒池（或脚踏消毒桶），才能进入生产区。

2. 生产区内部不同地面和通道消毒　生产区内部不同地面和通道主要包括入口消毒池、道路、空地、排污沟、赶猪通道、装猪台等，不同地点消毒方法亦有所不同。

（1）生产区入口消毒池　消毒液每周更换 2 次。消毒剂可选用烧碱、酚制剂，两种消毒剂 3～4 月互换一次。

（2）场内生产区道路、空地、运动场　使用高压清洗机，每周用消毒液对厂区道路、空地、运动场进行 1～2 次喷雾消毒，也可以每个月用烧碱和石灰水对道路、运动场定期消毒。

（3）赶猪通道、装猪台消毒　每次赶猪前必须消毒，赶猪后必须清洗、消毒，以防止交叉感染。消毒剂可选用碘制剂、酚制剂、季铵盐等，每 3～4 个月互换一次。

3. 分娩舍动物消毒

（1）母猪消毒　母猪在预产期前 1 周经过驱体内外寄生虫、清洗、消毒后转入分娩舍。经人工助产的母猪，必须严格用碘消毒液冲洗、消毒，灌注抗生素，以保证母猪生殖系统健康。

（2）仔猪断脐消毒　可采用不同消毒剂，涂布脐带消毒，包括碘制剂、密斯陀（一种进口的粉状消毒剂）等。

（3）断尾、去势等消毒　断尾、去势等手术创口直接用碘制剂反复涂抹消毒。

（4）产房带猪消毒　可以选择无毒无刺激的消毒剂，用专用喷粉机

或人工将适宜浓度的消毒剂充分喷洒在产房地面、产床上。保温箱内可以撒一层爽安粉，可起到干燥、杀菌消毒、驱赶蚊蝇等作用。也可每周2次用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒。夏天可直接对仔猪喷雾消毒；冬天气温较低时，向上喷雾，水雾（滴）要细，慢慢下降，仔猪不会感到寒冷，注意喷雾一定要细。

4. 保育舍消毒

（1）*进猪前消毒*　用专用喷粉机或人为将石灰水、爽安粉充分喷洒在保育室高床、地面保温垫板上，可起到干燥、杀菌消毒、驱赶蚊蝇、防止擦伤等作用。

（2）*定期带猪消毒*　仔猪转入保育舍1周后，每周2次用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒。夏天可直接对仔猪喷雾消毒；冬天气温较低时，向上喷雾，注意喷雾的雾滴一定要适宜。

5. 配种怀孕舍及公猪舍的消毒　每周2次用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒。周边出现疫情时，每天一次用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒。

6. 采精、配种时的消毒　采精、配种时，先用清水清洗母猪外阴和公猪包皮，后用蘸有消毒药水的湿毛巾擦拭母猪外阴和公猪包皮。

7. 育肥猪舍的消毒　用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒，每周2次。周边出现疫情时，每天消毒一次，用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒。

8. 病猪（病猪隔离室）**的消毒**　用碘制剂或过氧化物制剂喷雾消毒，每天1～2次。病死猪最好送到专业的化制站焚烧处理，也可深埋。用生石灰和烧碱拌撒，深埋。

9. 其他　出入猪舍的各种器具、推车，如小猪周转箱（车）等，必须经过严格的消毒，同时各种饲喂工具每天必须刷洗干净，定期消毒。进入生产区的药物、饲料等物料外表面（包装）也应进行消毒。对于不能喷雾消毒的药物、饲料等物料可用紫外线照射消毒（在晚上进行），有条件的可采用密闭熏蒸消毒，物料使用前除去外包装。注射器械可用高温消毒。手术器械在使用后用消毒药水浸泡消毒，再用洁净水冲洗晾干备用。每次使用后的活疫苗空瓶应集中放入有盖塑料桶中灭菌处理，防止病原扩散。

（三）空栏（舍）清洗消毒操作规程

空栏（舍）清洗消毒对规模化养猪场实行全进全出饲养管理十分重

要，操作步骤如下：

1. 清扫 尽可能拆除及移走围栏、料槽、垫板、网架等设备；尽可能移走畜舍内所有物品；彻底清除排泄物、垫料和剩余饲料，确保清扫干净。

2. 清洗 先用消毒药水对高床、垫板、栏杆、地面、墙壁和其他设备充分喷雾湿润或浸泡，24 小时后用高压水枪冲洗干净即可。对拆下的各种设备，可以先用碘制剂或酚制剂浸泡消毒，浸泡 30～60 分钟后，用高压清洗机冲洗干净，晾干即可。

3. 消毒 待栏舍干燥后，用消毒药水自上而下喷雾，使其充分湿润，保证空间、墙壁、地面及设备均得到消毒；墙体、地面也可以用2%的烧碱和生石灰水涂刷。

4. 清除寄生虫（卵） 如上批养殖动物发生寄生虫害（球虫）较严重，必须严格清除杀灭栏舍内的寄生虫卵，特别注意清除杀灭拐角处的昆虫、螨虫、甲虫等。消毒剂可以选用一种具有多种杀虫功能的消毒剂或多种联合使用；杀虫时，可以使用菊酯类安全杀虫剂。

二、奶牛场的消毒方案

（一）入场消毒

1. 消毒设施 入口处一侧设立消毒间，消毒间内设有紫外灯和消毒槽；入口内侧设立消毒池，池内消毒剂的容量以大货车车轮滚动一周的长度为标准；消毒槽及消毒池内使用 4%烧碱作为消毒剂，或选择使用其他消毒剂，如菌毒灭（根据说明书使用）；对入场车辆采用高压喷枪消毒和手提式喷雾器（主要对驾驶室）消毒，消毒剂可以选择 3%过氧乙酸。

2. 车辆消毒 车辆经过消毒池后，还必须对其车轮、车身和驾驶室进行消毒处理。消毒车轮时应按从里到外的原则，对车胎的内外两个侧面进行消毒；消毒车身时，应按从前到后、从左到右、从上到下的消毒顺序，进行仔细消毒；驾驶室内用手提喷雾器，采用过氧乙酸消毒液对室内进行雾化消毒。

3. 人员消毒 所有的入场人员包括驾驶员及随车人员必须经过消毒间消毒，消毒顺序为紫外线消毒 3～5 分钟→手消毒（手洗消毒剂为新洁尔灭或漂白粉）→鞋底消毒（鞋底在消毒槽内消毒垫上消毒），方可进牧场；本场员工手消毒后必须更衣换工作服穿胶靴，经过消毒池才能进入生产区。

4. 消毒液的更换　每天将消毒槽和消毒池清洁 2 次，同时更换消毒液。

（二）牛舍消毒

1. 饲喂通道消毒　消毒剂采用过氧乙酸、戊二醛、3%福尔马林溶液、1%高锰酸钾溶液、博灭特、洁净等，每隔半月轮换一次消毒剂。消毒设备采用汽油喷雾器，每天上午、下午各消毒一次，要求用消毒药液覆盖饲喂通道的所有表面积。

2. 牛床和粪道　先将牛赶走，清除粪便后方可消毒，每周 2 次。

3. 牛舍门前下水道　牛舍门前的下水道最低处有积水地方铺撒生石灰，要求全部覆盖即可。每 15 天更换一次生石灰，以便确保消毒效果。

牛舍消毒对疾病防控和保证牛奶质量十分重要，必须由牛舍管理员负责确认。

（三）挤奶厅消毒

1. 挤奶厅（正常奶牛挤奶厅）　按照挤奶通道→待挤厅→挤奶台→挤奶坑道的顺序，每天消毒 3 次；消毒剂可以选用过氧化氢、过氧乙酸或癸甲溴胺类消毒剂，如洁净、博灭特。对小挤奶厅（病牛挤奶厅）可以参照大挤奶厅执行，每天消毒 2 次。

挤奶厅的墙面、挤奶台的墙面、坑道墙壁须每天进行全面彻底的清扫和消毒。通常情况下，大挤奶厅消毒是在交班时间进行，由交班人消毒、接班人检查并在交接班记录上签字确认；小挤奶厅消毒每个班次消毒一次，挤奶班长签字确认。

2. 奶牛与挤奶工具　挤奶前后对每头奶牛乳房进行碘制剂药浴（5%聚维酮碘稀释液）。挤奶杯套每头牛一套，每头牛挤完后，挤奶杯套要及时用消毒剂（如博灭特或新洁康）浸泡消毒。对挤奶管道用酸碱液进行冲刷清洗后再进行消毒处理。

（四）场区道路及运动场消毒

场区道路用消毒车消毒，可以采用过氧乙酸或癸甲溴胺类消毒剂，每天消毒一次；对牛舍储粪池周边的道路消毒时，消毒车应放慢速度，以延长消毒时间和喷洒浓度。奶牛运动场消毒可以采用汽油喷雾器，消毒剂同牛舍消毒剂，每天消毒一次。

（五）产房消毒

产房可以采用过氧乙酸或癸甲溴胺类消毒剂消毒，每天 2 次。母牛产前 8～10 天，将牛身刷洗干净后转入消毒过的产房。临产前，用 1% 高锰酸钾溶液或来苏儿稀释液清洗母牛后躯、乳房、外阴；产犊后用温水洗净血污，并对阴门及乳房进行喷雾消毒。

（六）疫苗接种和修蹄的消毒

1. 疫苗注射消毒 坚持一牛一针，注射器及注射用针头一律经过高温灭菌处理。接种疫苗时，接种部位用酒精棉球消毒后，按照疫苗剂量进行接种。疫苗接种后对使用过的针头进行高温煮沸消毒，对用过的疫苗瓶均需销毁处理。

2. 修蹄消毒 须先对牛蹄进行清水冲洗，对发病牛蹄须用新洁尔灭稀释液或菌毒灭稀释液进行洗刷消毒或浴蹄，然后再用药物处理。修蹄后用碘酒涂擦修过的蹄面，或用蹄泰（牛蹄专用喷雾消毒剂）对蹄面进行喷雾消毒。

此外，消毒器材的维护也十分重要。各种消毒设施的使用单位和使用人，在使用过程中发现相关的消毒设施出现故障、损坏，应立即报告主管部门，不得延误。主管部门负责人接到报告后，应及时通知相关部门及时抢修。维修部门接到通知后应立即到达现场实施维修，保证正常的消毒作业。

三、鸡场的消毒方案

鸡场要获得较高的经济效益，必须对疾病进行严格有效的控制。消毒是养鸡场控制疾病发生和流行最重要的措施之一。鸡对各种病原细菌、病毒、真菌和寄生虫有较高的易感性，尤其是大规模集约化鸡群，对疾病更为敏感。环境中存在的大量病原因子是造成鸡群疾病发生和流行的主要原因，也是造成鸡的烈性传染病，如鸡马立克氏病和法氏囊病免疫失败的重要原因之一。因此，消毒是控制疾病流行的重要环节。

（一）入场消毒

养鸡场应进行下述环节的消毒：足部消毒（脚踏消毒槽）、车轮消毒（消毒池）、来访人员的消毒、水的消毒、空气消毒、鸡舍消毒、种蛋消毒、雏鸡消毒、鸡群消毒和鸡粪消毒等。

1. 足部消毒 养鸡场应在进出口、鸡舍入口等处设立脚踏消毒槽，

一般应常年放入5%来苏儿消毒液，并经常更换。为了防止药液挥发，可放入一些海绵或麻袋浸湿。

2. 车轮消毒 养鸡场进出的车辆、拖拉机、板车等的消毒，可在进入大门处设一消毒池，放入5%来苏儿，让车轮经过消毒池中消毒液的浸泡。有条件的鸡场（尤其是种鸡场）还可应用5%福尔马林或5%来苏儿进行喷洒消毒。

3. 来访人员的消毒 来访人员在进入鸡场前的消毒程序为：脚踏消毒槽作脚部消毒→用防腐皂洗手→更换防护服或工作服，以防带入病原体。人员消毒还可采用百毒杀等消毒剂洗手和喷雾鞋底。

（二）鸡舍消毒

养鸡场应按下述程序消毒鸡舍。鸡粪消毒→清扫→自来水冲洗→干燥→喷洒消毒药→喷洒杀虫剂→搬入经水洗后晒干的笼具→消毒药喷雾消毒→干燥→甲醛熏蒸消毒→通风→进鸡。

鸡场一般应在进鸡前3～5天进行鸡舍熏蒸消毒：先关闭所有门窗，保持舍内温度15～25℃，湿度70%～90%。估测鸡舍空间大小，每立方米用福尔马林30毫升、高锰酸钾15克混合后产生杀菌性气体，达到熏蒸目的。24小时后打开门窗通风换气。

场地消毒宜选用汉威消毒剂、生石灰、烧碱、来苏儿等高效消毒剂，每3天进行一次喷洒消毒。

（三）种蛋消毒

鸡场可采取下述两种方法（任选一种）消毒种蛋。一种是浸泡消毒：可选用0.1%新洁尔灭溶液或1∶3 000百毒杀消毒液浸泡擦洗消毒，此法适用于少量种蛋的消毒。另一种是熏蒸消毒：种蛋在收集后尽早集中消毒，在密闭的种蛋库内，按每立方米用福尔马林20毫升、高锰酸钾10克熏蒸20分钟后通风换气。在入孵后12小时再次集中消毒，关闭孵化器通风口，按每立方米用福尔马林14毫升、高锰酸钾7克熏蒸消毒20分钟，然后打开通风口通风换气。

雏鸡出壳以后，在绒毛未干之前，关闭出雏室通风口，按每立方米用福尔马林7毫升、高锰酸钾3.5克熏蒸1小时，然后通风换气。

（四）水的消毒

鸡场进行饮水消毒，可以杀灭水中的病原，防止病原的扩散和传

播，还可净化水质，减少鸡群疾病的发生。养鸡场可选用广谱高效的消毒剂进行定期或紧急饮水消毒。方法是：0.1%高锰酸钾，供雏鸡饮水；百毒杀 1∶10 000 或抗毒威 1∶10 000 或除菌净 1∶2 000 饮水消毒。此外，也可以采用菌毒 1+1、百毒杀、威岛、强力消毒王等消毒药按饮水浓度饮用 6～8 小时。饮水消毒应注意选择毒性低、刺激性小的消毒药；严格掌握药物的使用浓度。

（五）带鸡喷雾消毒

按消毒剂说明书要求的喷雾浓度进行喷雾消毒。喷雾前应适当清扫；喷雾应均匀；喷雾量应根据季节适当增减，一般以鸡体表稍湿为宜；喷雾消毒宜采用百毒杀、菌毒 1+1 等无毒高效类消毒药；冬季应注意保温；鸡舍喷雾后应保持 15～30 分钟，然后再通风换气，以确保消毒效果；疫苗使用前后 3 天应停止喷雾消毒。

鸡群消毒应在日常饲养过程中每 3 天进行一次喷雾消毒，每 2 天进行一次饮水消毒，在发病期间应每天进行 1 次饮水消毒和 1 次喷雾消毒。

（六）消毒中常见的问题

在现代养殖业的发展过程中，疾病的控制是实现高效养殖的关键技术之一。在疾病综合防制技术中，消毒技术是第一环节，为何养殖场常年消毒却达不到预期的消毒效果？通过对许多养殖场的调查分析发现，养殖场在消毒过程中普遍存在下述几方面的问题。

1. 消毒设施不全甚至没有设置　在不少养殖场入口、养殖舍入口及重要通道等处均未设置必要的屏障及消毒池，使养殖场几乎无法对进出车辆和人员进行必要的消毒，增加了感染疾病的危险性。

2. 对进出车辆及人员未加强管理　在许多养殖场，许多小贩走村串户自由出入场区收购动物产品甚至病死动物。大大增加了烈性病的传染机会。

3. 消毒不彻底　许多养殖场在消毒过程中，常忽视了用具、人员和周围环境的消毒，只注重养殖小环境的消毒，造成养殖用具、人员衣物带毒、带菌，周围环境严重污染病原，从而，对养殖造成循环污染的严重隐患。因此，养殖场在产前、产中、产后三个环节上均应重视用具和人员的消毒，保证有效的消毒效果。此外，为了发挥消毒剂的效果，必须先对消毒的环境和区域先进行清扫和冲洗。

四、毛皮兽场的消毒方案

（一）出入场消毒

养殖场入口、生产区入口处要设置同大门等宽、进场大型机动车轮一周半长的水泥结构的消毒槽（池）。槽（池）内放石灰粉或2%～3%苛性钠溶液等消毒药物，冬季可加入盐防冻。

生产区门口应设更衣室或淋浴室，以便进出厂区更衣换鞋。进入场区入口处要设置1米以上的消毒池，或设置消毒盆以供进出场人员消毒。

生产人员进入生产区时，必须洗手，穿工作服和胶靴，戴工作帽，或淋浴后更换衣鞋。工作服应每天清洗和消毒。饲养员严禁相互串栋。每栋兽舍出入口放置消毒盆，进出兽舍脚部踏盆消毒。

一般不允许外来车辆进入养殖场区，必要时，需经严格消毒后方可进入。

外来参观者进入场区，更换场区工作服和工作鞋，并严格遵守场内一切防疫卫生制度。

（二）养殖场环境消毒

养殖场应保持整个环境的清洁卫生，根据环境中可能存在的致病微生物选用高效、低毒、广谱的消毒药物，定期对兽舍内的道路、兽舍进行消毒，每周1～2次。与养殖场相通的周边道路也应进行消毒，每周1～2次。在有疫情发生和流行期间适当增加消毒次数。

每天坚持打扫卫生，保持饲槽、用具干净，环境清洁。大门口、圈舍入口消毒池要定期更换消毒液。场周围及场内污水池、贮粪场（坑）、下水道出口，应定期用漂白粉、2%火碱或撒生石灰等消毒剂消毒，每月1～2次。养殖场要有专门的堆粪场，粪尿及污水处理设施设置要保证符合环境要求，防止污染环境。

（三）兽舍消毒

养殖场必须执行每个生产阶段的“全进全出”制度，每批毛皮兽出栏或转舍、调出后，要彻底将兽舍清扫干净，用高压水枪冲洗，然后喷雾消毒或熏蒸消毒。空圈2周后，方可转入新兽。兽舍的消毒可根据情况选用10%～20%石灰乳，30%热草木灰溶液，1%～3%氢氧化钠，10%～20%漂白粉乳剂或0.05%～0.5%过氧乙酸，3%～5%来苏儿，

0.3%～1.0%菌毒敌，0.25%～0.50%抗毒威等消毒液，也可采用对人兽无害的消毒液，如百毒杀、0.5%的强力消毒灵等喷洒消毒。

(四) 用具消毒

定期对绞肉器具、烹料锅、饲槽、水盆、饲料车、料桶等器具进行消毒，可用0.1%新洁尔灭或0.2%～0.5%过氧乙酸浸泡消毒，或在密闭的室内进行熏蒸消毒。

(五) 带兽消毒

兽舍内应定期进行带兽消毒，有利于减少环境中的病原微生物。一般每周2次，也可以根据季节适当调整消毒次数。

(六) 引进动物的隔离检疫

养殖场应坚持自繁自养的原则，必须引种时，在引种前必须调查产地是否为非疫区，并有产地检疫证明。引进种兽后应进行隔离观察至少30天，经观察、检疫，确认为健康者方可入群饲养。

(七) 病死动物的无害化处理

根据防疫需求，可建病死动物无害处理间。无害处理间应设在养殖场的下风向50米左右处。动物病死后，要进行深埋、焚烧等无害化处理。同时立即对其原来所在的圈舍、隔离饲养区等场所进行彻底消毒，防止疫病蔓延。

需要注意的是，消毒时抗菌活性温度，一般以15～20℃为界，随着温度升高或降低，其抗菌效果也随之升高或降低。一般夏季浓度要低点，冬季高点，天气冷或为了提高消毒灭菌效力，可兑热水使用。另外，有些消毒药不能联合应用，无论选择哪种消毒方式，消毒药物都要定期更换品种，交叉使用，这样才能保证消毒效果。

(姜平)

第二节 水产养殖场的消毒方案

一、总则

根据水产养殖场被消毒对象的大小、类型、性质、动物疾病种类以

及消毒的地点选择消毒程序。工作人员皮肤和鱼卵要用非腐蚀性药物进行消毒；使用化学消毒剂时必须采取保护工作人员的措施。首先，使用非渗透性的衣服、长筒靴、眼镜及帽子以保护皮肤和眼睛，避免接触危险性物质；而且在没有充分洗手之前，工作人员不能接触任何食物；消毒剂必须存放在安全的地方，不可对人或动物（鱼）构成直接或间接的危害。

二、制定合理的消毒程序

据调查统计分析和实践表明，约有60%的鱼病是由于饲养方式的不当、饲养管理的不善与防疫卫生消毒措施的不力造成的。因此，防制水产（鱼）疾病的发生，必须采取综合性防治办法，其中消毒措施则是关键之一。

（一）清塘消毒采用干法消毒

在池塘排水后，彻底清除池底、池边的淤泥，不得留有死角死边，曝晒7～10天。然后按每100米^{2}撒上1 875千克生石灰或漂白粉225千克进行彻底消毒。

（二）整理池区道路

清除池塘周边杂草、污物。在池水清淤排尽后，填塞池底、池边四周的洞穴，然后采用干法进行彻底消毒。

（三）鱼种苗鱼体消毒

采用浸泡法消毒。种苗在下塘前，用15～20毫克/千克高锰酸钾水溶液药浴15～20分钟，或用硫酸铜8毫克/千克与10毫克/千克漂白粉合剂浸泡20～30分钟；也可用3%～4%盐水浸泡15～20分钟。在消毒过程中，应观察注意鱼苗状态，若出现浮头现象，应立即注入新水冲淡药液，或将鱼苗迅速倒入池塘中。

（四）鱼池水的预防性消毒

1. 每间隔15天用漂白粉1毫克/升泼洒全池，可防止赤皮病、烂鳃病和肠炎等细菌性疾病的发生。

2. 每间隔30天用0.5毫克/升硫酸铜、0.2毫克/升硫酸亚铁合剂水溶液泼洒消毒，可防止轮虫病、鳃隐鞭虫病和鱼波豆虫病等寄生虫病

的发生。若用0.3～0.5毫克/千克结晶敌百虫溶液泼洒，也可杀死池塘中的锚头鳋与中华鳋等寄生虫的幼虫。

3. 投料位点水域　每间隔15天，用250克漂白粉加水适量溶化后，在定食位点水域及周围进行泼洒消毒。也可定期用漂白粉150克、敌百虫100克的药袋悬挂在位点池水中持续消毒3天。

（五）饵料的消毒

1. 青饲料定期用100～200克/米^{3}漂白粉液浸泡5分钟消毒后再投入，可有效地防止草鱼红皮病、肠炎和烂鳃等疾病的发生。

2. 有机肥饲料，如鸡粪等，可采用煮透、生物发酵等消毒法杀灭病害微生物。

（六）工具的消毒

小型金属及木制工具容器可进行煮沸消毒，也可将使用过的工具用50毫克/千克高锰酸钾溶液或20毫克/千克漂白粉溶液浸泡5分钟消毒，然后用清水冲洗干净后再用；也可将工具容器经洗刷冲净后，置太阳下曝晒半天，同样具有消毒除菌的效果。

（七）鱼池发病期的紧急防治

1. 立刻换入2/3新水。

2. 立即用克菌威、鱼必康等拌料制成药饵投喂。方法是每500克药拌20千克饲料与适量面粉混匀后制成沉性药饵投喂给500千克鱼，连喂3～4天。

3. 池水用15毫克/千克漂白粉溶液泼洒进行紧急消毒。

三、物件的消毒

水产养殖场需要消毒的物件很多，包括鱼苗鱼种放养前的浸浴消毒、全进全出清塘消毒、疾病流行季节水体消毒和饵料、食场、工具消毒、周围环境、道路、库房等消毒。

四、消毒方法选择

（一）物理消毒法

1. 日光消毒　打捞干净的池塘，放完水后，可在日光下曝晒消毒；

渔网、渔具等也可在日光下曝晒消毒。

2. 紫外线消毒　采用的方法主要是对进入到养殖池内的原水进行消毒或对养殖池内的水进行循环消毒，从而杀灭能引起鱼类疾病的病毒和细菌，以此阻断各种致病体的进入。同时紫外消毒技术可以直接用于病害的防治。

（二）化学消毒法

1. 喷洒消毒　用化学消毒药物按规定比例稀释，装入喷雾器内，对水产动物、池塘四壁、地面、周围环境、捕捉和运载水生动物的工具以及饵料、食场等进行喷洒消毒。喷洒消毒的药液应均匀喷湿为宜。

2. 熏蒸消毒　用福尔马林或戊二醛水溶液将渔具、渔网、捞网等放入密封容器内即可。熏蒸消毒可杀死细菌、芽孢、病毒等病原体。

3. 浸洗消毒　用化学消毒药物按规定比例稀释，对注射局部皮肤进行擦拭或对被污染场所进行浸洗消毒。

4. 浸泡或浸浴消毒　将水生动物浸泡于规定的药物、规定的浓度溶液中，或将被病原感染的动物浸浴于规定药物、规定浓度的溶液中，按规定时间进行浸浴。

（费荣梅）

第三节　动物医院（所）的消毒方案

兽医院及实验室是对疾病诊断、发病动物处理，样本检验的重要场所，因此应经常进行消毒，特别是在诊治患有传染病的动物后，更应注意进行严格的消毒。

一、兽医院内外环境的消毒

兽医院诊疗室的消毒包括诊断室、注射室、手术室、处置室和治疗室的消毒以及兽医人员的消毒，其消毒必须是经常性和常规性的。诊室内空气的消毒和空气净化可以采用紫外线照射、熏蒸等方法。诊室内地面、墙壁、屋顶可用0.5%过氧乙酸溶液或5%氢氧化钠溶液喷雾消毒。除手术室外的诊疗室应保持通风良好，冬季应定时开窗，每天两次清扫

地面，避免尘土飞扬污染空气。诊疗台每天两次消毒，桌椅及笼具定期用0.1%的新洁尔灭擦拭，作用30分钟。传染病动物接触的器具用含250毫克/升有效氯的消毒剂或0.2%过氧乙酸擦拭，作用30分钟。室内外地面可用0.5%过氧乙酸喷雾消毒。

手术室的消毒，应先对手术室进行卫生清洁扫除，再进行消毒。常用的消毒方法有甲醛和乳酸熏蒸法和紫外线照射消毒。手术台面用0.2%过氧乙酸，或含500毫克/升有效氯的消毒液擦拭，作用30分钟。地面用0.5%过氧乙酸喷雾消毒。由于客观条件的限制，也鉴于兽医工作的特殊性，在某些养殖场，手术人员往往不得不在没有手术室的情况下施行外科手术，为此，兽医人员必须努力创造可能的条件，施术时严格遵守无菌操作规程，以完成手术。在普通房舍进行手术，首先应腾出足够的空间，最好没有杂物。地面、墙壁尽可能洗刷干净，亦可以用消毒液充分喷洒，避免尘土飞扬。在晴朗无风的天气，手术也可在室外进行。场地选择上应远离畜舍，牲畜场等蚊蝇孳生、土壤中细菌芽孢含量较多的场地。为了减少空气感染的机会，最好选择避风、平坦的空地和草地，清除地面的石块、玻璃等易使病畜致伤的杂物，地面应喷洒消毒液。需要侧卧保定的手术，可铺柔软干草，其上盖以消毒的油布和塑料布。在无自来水供应地点，可以利用河水和井水，煮沸后使用，或事先在每100升水中加明矾2克及漂白粉2克，充分混匀，待澄清后使用。

兽医诊疗器械及用品是直接与病畜接触的物品，用前和用后都必须按要求进行严格的消毒。在条件许可的情况下，提倡使用一次性医疗器械和用品。一般进入动物体内或与黏膜接触的诊疗器械和用品，如手术器械、注射器及针头、各种导管等必须经过严格的消毒和灭菌。对不进入动物组织内，也不与黏膜接触的器械和用品，一般要求去除细菌的繁殖体和病毒，常用的消毒液有75%酒精、0.2%的过氧乙酸、0.1%的新洁尔灭，作用30分钟。诊疗过程中使用的刀剪等金属器械用前在0.1%的新洁尔灭溶液中浸泡30分钟后，用无菌纱布擦干后使用，用后再次消毒，清水洗净，擦干后保存，防止生锈。

兽医院剖检死于或怀疑死于传染病的动物，剖检后应严格进行消毒。剖检者的手臂应浸泡于0.1%的新洁尔灭溶液消毒5～10分钟，然后用肥皂水清洗。剖检器械应煮沸消毒，也可高压蒸汽灭菌或消毒药水浸泡消毒。动物尸体或医疗废弃物可焚烧处理，避免污染环境。污水可与粪便一起堆积生物发酵处理。如果量大时，可使用化学消毒剂，如

15%～20%的漂白粉搅拌，作用 3～5 小时消毒处理。

二、传染病实验室消毒

无菌室要求严密、避光。无菌室一般应有里外两间，较小的外间为缓冲间，以提高隔离效果。缓冲间放置工作服、鞋、帽、口罩、消毒用药物，并备有废物桶等。工作服、帽和口罩应经过消毒、清洗、晾干，高压蒸汽灭菌后使用。无菌室应定期用甲醛熏蒸消毒。每次工作前后，均应打开紫外灯，分别照射 30 分钟进行灭菌。台面和地面可用 75%酒精、0.1%的新洁尔灭或 0.2%过氧乙酸擦拭消毒。无菌操作前，应先用肥皂水洗刷双手，然后进入缓冲间，穿戴无菌室内的工作服、鞋、帽和口罩，用 75%的酒精消毒手臂，再进入工作间操作。操作结束后，用 75%酒精擦拭或 0.1%的新洁尔灭洗手数分钟。

用于组织培养的玻璃器皿，不论是已用过的还是新购进的，均需清洗液浸泡 20 小时，然后取出用自来水浸泡 4～6 小时，再用自来水冲洗 10 次以上，最后用蒸馏水冲洗 6 次或双蒸水冲洗 3 次，然后放入温箱中干燥。玻璃器皿需经包装后方可消毒，以防消毒后污染。培养瓶在塞好软木塞后，外面用牛皮纸包裹。吸管和移液管包扎前应先在上管口塞入少量脱脂棉花，用麻绳包扎，装入玻璃桶内消毒。试管以 4～6 支为一组，用方形牛皮纸包裹后在一起进行消毒。青霉素小瓶，可直接放入铝饭盒内消毒。包扎好的玻璃器皿，采用干热灭菌 160℃维持 1.5 小时。消毒后的器皿应在 1 周内使用。翻口橡皮塞应采用肥皂水煮沸 20 分钟后，用流水冲洗 10 次，再用蒸馏水冲洗 2 次，然后浸泡在双蒸水中备用，也可以取出晾干后，高压蒸汽灭菌后使用。刀剪等金属物品，使用前应充分洗刷，擦拭干净，在蒸馏水中煮沸消毒，晾干后，牛皮纸包装，麻绳包扎，干热灭菌后使用。

实验室沾污有病原微生物的器皿应先消毒，再进行洗涤。废弃培养物或其他废物应投入一定的容器内，集中消毒或焚毁，禁止乱放和乱倒。实验用过的动物样本，应高温灭菌，防止扩散病原。当发生病原微生物材料溅污台面、地面、衣着和器械时，台面和地面应立即用 0.1%新洁尔灭溶液或 0.2%过氧乙酸溶液擦拭，作用 30 分钟后，擦去、洗净；手臂应速浸泡于 0.1%新洁尔灭溶液 5～10 分钟消毒，然后用肥皂水清洗；衣物和器械应高压蒸汽灭菌。

（周振雷）

第四节 动物园的消毒方案

一、环境的消毒

园区干道、草坪、山地、水面以清扫保洁为主，及时清除垃圾、枯枝、落叶。疫病的高发季节，主要是春秋两季应对园区干道、广场实施消毒，地面可以0.2%～0.3%过氧乙酸或1%～2%氢氧化钠，用动力喷雾器喷洒消毒。景区休闲桌椅每天上午用清水擦洗，每周用0.2%～0.3%过氧乙酸或0.1%新洁尔灭洗刷消毒一次。垃圾箱内套一次性垃圾袋，可以方便地取出垃圾并保持箱内清洁，垃圾投入口应每天用3%～5%来苏儿刷洗或喷洒消毒一次。动物园可在非游览区设置垃圾场，以临时堆放旅游垃圾或动物废弃物。垃圾场内的垃圾至少每天清除一次，并用清水冲洗后，再用1%～2%氢氧化钠喷洒消毒。

办公区一般每3个月消毒一次。消毒之前用扫把或吸尘器将地面以及角落的灰尘清扫干净，必要时移动办公桌椅、书橱及其他设备，以便清洁被设备覆盖的地面灰尘。用湿拖布、抹布再次清洁后，以相应浓度的季铵盐类消毒液喷洒地面，擦拭门把手、电话、电脑等设备的表面。

笼舍周围的参观道、室内参观走廊和动物表演馆观众席是游客较集中的地方，消毒工作尤为重要。每天清扫垃圾、灰尘、蜘蛛网，用湿布擦拭参观护栏、玻璃和窗户，游客高峰前后，或15～30天用水刷洗地面，清除污渍，刮水器清除积水后，用0.2%～0.3%过氧乙酸喷洒消毒。

二、入园动物的消毒

无论是从国内外引进的动物、展览回园的动物，还是从野外捕捉或因伤病救护的野生动物，入园之前用0.2%过氧乙酸动物体表喷洒消毒后，送检疫场隔离检疫。在检疫期间，动物粪便等废弃物应单独消毒处理，工作服、工作靴、清洁工具等不可与其他场馆串用，每天刷洗消毒。

三、入园人员、车辆的消毒

在动物园大门口游客通道和工作人员通道都应设置消毒槽，以消毒鞋底。槽内最好铺上棕垫，以防止消毒液溅出，减少蒸发。可选用5%甲酚皂或2%过氧乙酸，每天喷洒棕垫1～2次，喷洒的量以人站在上面有少量水被挤出为宜，每7天用清水清洗棕垫一次。

工作人员入园后，首先穿消毒过的工作服和工作靴，方可到工作场所；操作前应戴消毒口罩和手套，工作靴经消毒槽浸泡消毒后方可进入动物笼舍。消毒槽的消毒剂可用5％甲酚皂或2％过氧乙酸，每2天用清水清洗消毒槽，更换一次消毒液。

车辆出入动物园可用消毒池对轮胎浸泡消毒。消毒剂可选择5％甲醛、5％甲酚皂或4％氢氧化钠，消毒液的深度以3～5厘米为宜。根据车辆进出数量，可5～7天更换一次消毒液。运输动物的车辆用5％甲酚皂喷洒消毒，园内运送饲料、动物的车辆一般用清水刷洗车厢，必要时用洗涤剂刷洗；装运了患病动物或可能污染了病原体时，可用3％～5％甲酚皂喷洒消毒。

四、动物笼舍和表演馆的消毒

动物笼舍和动物表演区的消毒：消毒之前应隔离动物，清扫粪便、残余食物、灰尘和垃圾，然后按从上到下，从左至右的顺序用水冲洗，用刷子刷洗或高压水枪冲洗。笼舍内外包括墙壁、地面（泥土地面除外）、玻璃、栖架、假山、窗台、水槽、表演道具等动物能接触到的部分都应彻底刷洗，不留粪迹、尿渍；粗糙面用喷洒消毒，光滑面用刷洗消毒；用刮水器清除地面积水，开窗或排风扇通风晾干。一般上午消毒内笼舍，下午消毒外笼舍。7～15天化学消毒一次，可选用0.2％～0.3％过氧乙酸、3％甲酚皂、0.1％～0.2％ 84消毒液或季铵盐类等消毒剂。发生传染病时，应每天消毒。

外运动场的消毒：生长大量植被、动物密度低的运动场，如食肉动物、灵长类动物的运动场，一般采取清扫或捡拾地面的粪便、垃圾。动物密度较大，植被稀少的运动场，除了采取机械消毒措施外，每7～15天化学消毒一次，可选用20％石灰乳、5％甲酚皂或4％氢氧化钠等消毒液喷洒。发生传染病或严重寄生虫病（如球虫病）时，应铲除表土，并用漂白粉、生石灰撒布或10％氢氧化钠喷洒消毒。动物禁放1天。

五、水池的消毒

动物园的水池有多种多样。狮、虎、熊、象、熊猫等动物场馆内的水池是供动物饮水、偶尔娱乐的场所；河马、海狮、海豹、游禽、涉禽等动物的水池是其生活的主要场所；海豚、海龟、鱼类的水池是其生活的唯一场所。根据动物密度、使用的频率、水面积的大小，采取相应的消毒措施。

每天打捞池面漂浮物和池底残余食物、垃圾是保持水质的一般措施。消毒水池最彻底的措施是换水，并清扫刷洗池底的污泥、积粪、垃圾以及积在岸边、假山上的粪迹。用0.5% 84 消毒液或0.2%过氧乙酸喷洒消毒，15 分钟后用清水将残留消毒液冲洗干净后放入新鲜水。狮、虎、熊、象、熊猫等动物的水池夏天可 5～15 天换一次水；河马水池可 3～5 天换一次水。面积较大彻底换水困难的水池如水禽湖，可在进水口相对位置设一排水口，每天或定期注入活水，排出一部分湖水，每 7～15 天按 1 000 升水用 4～8 克的漂白粉的比例对水体进行消毒。发生传染病时，池水消毒并排干，清扫池底，用 20%石灰乳或 4%～10%氢氧化钠喷洒消毒，再太阳曝晒 5～7 天。

海洋动物水池的消毒可以采用换水并刷洗消毒的方式，也可以设置由饲养池、过滤池、消毒池、曝气池组成的循环系统。过滤池中的细砂、活性炭等可过滤吸附水中杂质，在消毒池用臭氧消毒，在曝气池中除去过多的臭氧，即完成对池水的消毒，可重新注入饲养池使用。饲养池底的饵料、动物排泄物可用虹吸的方式除去，一般每 2 天虹吸一次。

六、饲料室及饲料的消毒

（一）饲料室的消毒

饲料室是饲料贮存和加工的场所，卫生和消毒工作极其重要。刀具、砧板、操作台面、盆、筐、水池等使用后立即用洗洁精刷洗，每天下班前用 0.2% 84 消毒液浸泡消毒 5～15 分钟，沥干水分备用。地面用清水刷洗，然后刮干积水，用 84 消毒液或过氧乙酸喷洒消毒。晚上通风干燥或紫外灯消毒。每个月应清空冰箱、冰柜一次，铲除冰块或自然化冻，用水或抹布将箱内的血水、碎肉、饲料残渣清洗干净，再用吸水布擦干积水，用 0.5%过氧乙酸喷洒或擦洗消毒内表面。同时清洗冰箱、冰柜的外表面。

（二）饲料的消毒

1. 瓜果蔬菜类青绿饲料的消毒　用水清洗表面的泥土，放入 0.1%～0.2%高锰酸钾水溶液中浸泡 15～30 分钟，再用清水冲洗一次，沥干即可。

2. 冰冻肉鸡鱼类的消毒　先自然解冻，剔除内脏，用清水冲净血水，沥干即可投喂。腐败变质的动物性饲料禁止饲喂动物。

3. 粮食的消毒　应贮存在通风干燥的库房内，每天开启排风扇以降低空气湿度。有鸡蛋、肉末的混合饲料应隔水蒸45～60分钟。

七、动物体表的消毒

入园动物或发生传染病时的隔离检疫期间应对动物实施体表消毒，可选用0.2%过氧乙酸或0.1%新洁尔灭，每天喷洒消毒一次，喷雾均匀，量不宜过多。应为虎、狮、熊以及鸟类等动物提供水池或水盆，让其自行洗澡，清除体表污物和异味。有些性情温顺或经驯化的动物，可以用刷子刷去体表的尘土和寄生虫，用水管人为助其洗澡。

八、工具、用具的消毒

笤帚、粪箕、垃圾车、工作服、工作靴、运输笼等工具、用具消毒之前，应用清水和洗涤剂冲洗或刷洗，除去污物，再用消毒液浸泡或喷洒消毒10～15分钟，可选择3%～5%甲酚皂消毒一般工具，用0.1%新洁尔灭消毒工作服。再次用清水洗涤后置通风处晾干或阳光下晒干。

九、污物、垃圾的无害化处理

动物园产生的污物、垃圾主要有动物粪便、垫料、残余食物等动物废弃物，枯枝、落叶、枯草、剔除的变质的菜叶、水果等植物性垃圾，塑料袋、塑料瓶、纸袋、玻璃瓶等旅游垃圾，以及兽医院过期或用剩的药品、使用过的纱布、棉球、注射器、输液器、安瓿以及动物尸体等医疗垃圾。动物废弃物、旅游垃圾、医疗垃圾应分别处理。动物废弃物应用不漏水的塑料筐（或金属容器）装盛，不宜装盛过满，以免运送过程中洒落。笼舍打扫完毕，应立即将废弃物送往生物消毒处理场进行消毒处理。车辆和塑料筐经清洗消毒后方可返回笼舍。笼舍内产生的植物性垃圾可以与动物废弃物一起按堆肥法进行生物消毒处理。

旅游垃圾按可回收和不可回收进行分类处理。不可回收垃圾以及笼舍外的植物性垃圾应用专用垃圾车运送至城市垃圾处理场处理，一般每天清理一次，如果数量较少，装入垃圾车保存至第二天再送出动物园，垃圾车入园之前应清洗轮胎和外表面并用3%来苏儿喷洒消毒。可回收垃圾以及医疗垃圾应分别用垃圾袋密封保存，通知专门的回收机构上门收集处理。动物尸体用0.2%～0.3%过氧乙酸或2%～4%氢氧化钠喷洒消毒后或用坑处理法进行生物发酵消毒或用焚烧等

无害化处理。如果数量少，可用垃圾袋密封后放入冰库保存，然后集中焚烧处理。

（李梅荣）

第五节 兽医生物药厂的消毒方案

兽医生物制药厂在生产过程中，为了保证所生产制品的质量，同时也为了防止散毒，需要根据生产实际情况制定一整套完备可行的消毒方案。不同的生物药厂因生产制品的不同，其消毒方案不尽相同。同一个生物药厂，针对不同区域制定的消毒方案也有所不同。

一、生产区的消毒方案

（一）生产车间清洁消毒方案

建立生产区环境消毒程序的目的在于规范生产环境，使各生产区域达到要求的洁净级别，以保证所生产产品的质量和减少在生产过程中的潜在散毒风险。

1. 普通级生产区消毒

（1）操作区域　每次使用后，用湿毛巾清洁工作台、橱柜、设备外壁，擦除门窗、墙壁上的污渍，清洗水池，用拖把清洁操作区地面，清洗废物贮器，物品定点摆放整齐。设备、门窗、墙壁及地漏每周清洁一次，其中顶棚、风口和灯具用消毒剂清洗一切表面；消毒剂用 1∶600TH4⁺、1∶600 百毒杀或 1∶1 000 新洁尔灭；清洁用水符合饮用水水质。

（2）公共区域　每天由清洁人员用拖把清洁区域内的所有地面，用湿毛巾擦除门窗、墙壁上的污渍，清洗淋浴间地面及地漏、洗手间水池，清洁卫生间，清除的垃圾按《物品进出洁净厂房程序》相关规定送出；清洗废物贮器，物品定点放置。设备外壁、用具外表、衣柜、浴室墙面及隔挡，门窗及墙壁（全面清洁），卫生间（用洁厕灵清洁），消毒水池、地漏及废物贮器等每周消毒一次，普通区长期不用的区域也每周清洁 1 次。顶棚（包括风口和灯具）、地面每月一次清洗消毒。消毒剂用 1∶600TH4⁺、1∶600 百毒杀或 1∶1 000 新洁尔灭。

2. 洁净区 1 万级（含局部 100 级）**区域清洁消毒**

（1）班清洁消毒　每班生产清场后用 75%的酒精消毒 100 级层流

罩下的工作台；用中性洗涤剂、消毒剂［75%酒精，0.1%新洁而灭、(1∶50) 84 消毒液、(1∶10) 戊二醛每周轮换使用］擦拭门窗、墙壁、室内用具、设备及地面，清除垃圾，清洗消毒用品，物品定点摆放。

(2) *周清洁消毒*　每周进行全面清洁消毒一次。用中性洗涤剂、消毒剂［75%酒精，0.1%新洁而灭、(1∶50) 84 消毒液、(1∶10) 戊二醛每周轮换使用］擦拭室内一切表面，包括墙面、风口、照明和顶棚。

(3) *清洁消毒程序*　按先物后地、先内后外、先上后下的顺序进行。先用纯化水擦拭一遍，必要时用洗涤剂擦去污迹，除去洗涤剂残留物后再用消毒剂消毒一遍。清洁工具使用后用洗涤剂清洗，用纯化水漂洗，用消毒剂浸泡 15 分钟后在洁具室归类放置。

3. 洁净区 10 万级区域清洁消毒

(1) 清洁剂、清洁用水、清洁工具、消毒剂的使用同 1 万级区域。

(2) 清洁消毒按先物后地、先内后外、先上后下的顺序进行。

(3) 每天生产结束对区域内的工作台、设备内外壁、门窗、室内用具及地面进行清洁；清除垃圾，物品定置摆放。每周对整个区域进行全面清洁一次。

(4) 先用清洁剂擦拭一遍，再用纯化水除去清洁剂残留物，最后用消毒剂擦拭消毒一遍。

(5) 洁净区地漏清洁消毒，执行清洁消毒标准操作程序。

(6) 清洁工具使用后用洗涤剂清洗，用纯净水漂洗，用消毒剂浸泡 15 分钟后放置于指定位置。

(7) 清洁后目检表面应光洁，无可见异物或污迹。

(二) 生产区人流消毒方案

建立洁净区人员进出一、二、三更衣标准操作程序，操作人员必须严格认真执行。

1. 进入一、二、三更区程序

(1) 人员进入一更区必须在栏截式鞋柜外侧脱下各自的鞋子，取下身上物品（如手表、通讯工具、手提包等），整齐地摆放在各自的柜中锁好。在栏截式鞋柜的内侧换上进入二更的拖鞋，经参观走道进入二更区。

(2) 人员进入二更区（每次不超过 4 人），在栏截式鞋柜外侧脱下鞋子换上二更洁净拖鞋（病毒区人员无），在内侧脱下衣服放入专用柜内；细胞区、配苗区人员进入浴室沐浴后进入三更。病毒区人员经缓冲

间进入。

(3) 人员进入三更后，将二更洁净拖鞋换下，摆放到鞋柜内，换上洁净工作内衣、洁净工作服，三更专用鞋子，戴好口罩，进入手消毒室，用消毒盆中的消毒水［0.1%新洁而灭、（1∶50）84消毒液或（1∶10）戊二醛］对整个手、手臂进行消毒，然后进入洁净走道。

2. 出三、二、一更区更衣程序

(1) 细胞区、配苗区人员在工作结束、清场、消毒完毕后，经过手消毒室进入三更，脱下洁净工作服、鞋、口罩（统一收集于污物袋内），穿上二更洁净拖鞋，退出到二更区。

(2) 人员在二更区栏截式鞋柜内侧脱下洁净拖鞋，并在栏截式鞋柜的外侧换上一更区拖鞋，穿上衣服即可退出二更区，从参观走道退入一更区。

(3) 人员退入一更后，在栏截式鞋柜内侧换下一更区拖鞋并整齐摆放到柜内，穿上自己的鞋子，带好各自随身物品后，退出一更区。

3. 毒区工作人员出三更、二更区程序

(1) 毒区工作人员在全部工作结束、清场、消毒完毕，在手消毒室用3%～5%的次氯酸钠消毒液对整个手、手臂进行消毒，然后进入三更。

(2) 脱下全部工作衣、帽、鞋、口罩，放入衣物收集袋中，标明“待清洗”标志。由本区域人员收集至废物处理间统一经高压灭菌处理后移出。

(3) 进入沐浴室淋浴。要求用清洁剂彻底清洁全身后方可退出至二更区。

(4) 人员在二更区栏截式鞋柜内侧脱下洁净拖鞋，并在栏截式鞋柜的外侧换上一更区拖鞋，穿上衣服即可退出二更区，从参观走道退入一更区。

(5) 人员退入一更后，在栏截式鞋柜内侧换下一更区拖鞋并整齐摆放到柜内，穿上自己的鞋子，带好各自随身物品后，退出一更区。

4. 要求

(1) 生产区人员从开始进入一更区起，均须随手关门，随手开关灯。

(2) 进入二更三更，严禁更衣室内出入门同时开启。

（三）生产区物流消毒方案

建立物料、物品进出洁净区清洁消毒标准操作程序，以便操作人员

执行。

1. 物料、物品进入洁净区清洁消毒程序

（1）不能高压或干烤消毒的物料、物品进入洁净区前，在粗洗准备间脱去外包装后，用消毒液将内包装外壁消毒，然后进入精洗间（10万级）。

（2）在万级洁净区传递窗外，再次用消毒液擦拭消毒物料内包装外壁，然后放入传递窗内开紫外灯照射30分钟。

（3）万级洁净区操作人员从洁净区传递窗万级区一侧将物料、物品取出。传递窗使用严格执行其标准操作程序。

（4）可灭菌消毒的物料及物品脱去包装，清洁包扎后，经使用单元的双扉灭菌柜或干烤箱灭菌后从万级区一端出箱传入。操作严格执行其灭菌柜或干烤箱使用标准操作程序。

2. 物料、物品出洁净区清洁消毒程序

（1）*出负压洁净区（病毒区）物料、物品及污染物、废弃物的消毒要求* 污染物、废弃物及能高压灭菌的物料、物品、器具器皿一律经高压灭菌后移出。不能高压物品（仅限送检样品移出前处理）用3%～5%次氯酸钠消毒液擦拭消毒送检样品装瓶，用塑料袋包扎后，放入3%～5%次氯酸钠溶液中浸泡15分钟，然后取出，放入传递窗取样桶（由取样人预先放置），关闭窗门，合上桶盖（由取样人员操作），送至规定地点进行检测。操作执行传递窗使用标准操作程序。

（2）*出其他洁净区（细胞区、配苗区）的消毒要求* 物料、物品统一收集于各洁净区废物处理间后传出。操作应严格按规定执行（即废物处理间内至洁净区的门和至清洗间的门严禁同时开启；物料、物品传送交接在至清洗间的门侧进行，交接操作时两区人员密切配合传递，禁止人员出入）。

（四）质检室消毒方案

建立检验室工作环境及设备清洁消毒标准操作程序，保证检验室工作环境及设备的清洁卫生，防止污染。

1. 清洁范围与方法

（1）*清洁范围* 每天上班前和下班前各清洁一次。清洁的范围包括操作台表面、地面、用具、走道、室内桌椅等。每周五上班前进行全面清洁一次。清洁范围包括地面、走道、室内桌椅、柜、水槽、门窗、墙壁、附属装置、设备（包括冰箱、干烤箱、离心机、操作台、手提式高

压锅、水浴锅、温箱等)。清洁工具包括清洁盆、塑料盆、水桶、箩筐、清洁布、毛刷、火钳、铁铲、拖把、扫帚、簸箕、吸尘器。清洁剂主要应用洗衣粉和肥皂等。

(2) *清洁方法* 每天上下班前将检验室内的桌面清理一遍,使其各项工作器具摆放整齐,并用扫帚将地面清扫干净,用湿抹布擦拭操作台、桌面一遍,并将废弃物清除到垃圾坑。

每周五进行全面清洁。检验室内的墙壁、顶棚,门窗用吸尘器吸取表面粉尘,将操作台、桌面整理干净,废弃物、残留物放入污物桶后,倾倒于垃圾坑;用扫帚清扫地面、走道,将灰尘及废物清除入垃圾坑;用清洁抹布擦拭桌、椅、柜、门面、操作台表面、设备外壁一遍,再用抹布浸湿自来水后,拧干擦拭两遍,最后用湿拖把拖地面两遍,如遇到表面污迹、污垢,堆积处用毛刷、洗粉水刷洗清除。

检验室的外围环境应先清除枯枝落叶、杂草等,用扫帚清扫干净,并将其放入指定的焚烧点进行焚烧。

用过的抹布,用洗衣粉或肥皂搓洗后再漂洗干净,晾干后存放于固定的地点,拖把用自来水冲洗干净,必要时用洗衣粉清洗干净晾干,放入指定地点存放。

应做到门窗清洁,桌面、柜、设备外壁无灰尘,地面无杂物,尘土。

2. 消毒范围与方法 主要应用 0.2%新洁尔灭和 1%～2%甲酚皂。检验室每 2 天全面消毒一次,操作台每次检验结束后消毒一次。消毒范围主要包括无菌操作台、检验室及走道、动物房等。每次检验结束后按比例取新洁尔灭溶液,加水稀释成 0.2%的溶液,用清洁抹布浸入,捞出拧干后伸入操作台内进行全面擦拭 2 遍(包括灯管),外壁也擦拭 2 遍。

二、动物实验房的消毒方案

建立动物实验房定期消毒标准操作程序,规范其操作,防止散毒。

消毒门、窗、墙壁、操作台、地面、实验动物架及固定容器、水槽,每周一次。常用的消毒剂为 1%～2%来苏儿或 0.1%新洁尔灭。消毒方法为将清洁后的小动物房,用消毒剂喷洒整个房间的地面、墙壁、门、窗,操作台、实验动物架,不易清洁消毒的位置应重点消毒处理。

三、污水、污物、尸体的无害化处理方案

建立动物房污水、污物和动物尸体的处理操作程序,防止散毒。

1. 污水的处理

(1) *生产污水的处理* 动物房的污水从专用下水道流进污水一级沉淀池，再流入二级沉淀池，再流入三级沉淀池，当达到一定水位后由污水泵将水打进污水贮存池。当污水贮存池的液面达到一定水位时（2米），加入溶解好的25千克漂白粉（含氯量≥40%），作用24小时，经消毒后由污水泵将污水打进总污水处理池。按普通污水处理的方法进行无害化处理。

(2) *日常管理* 每天观察一次污水排放的下水道是否通畅，如不通畅，应及时疏通。定期清理一、二、三级污水沉淀池之污泥。每天观察一次污水提升泵是否处于正常工作状态，发现问题及时处理或向有关部门汇报。

(3) *普通污水的处理* 每天将格栅井之漂浮物清除干净，每周对格栅机加一次机油，每隔一段时间将格栅栏处之杂物清除。每3～5天开启一次排泥阀，将污泥排至湿泥井中，3～5分钟。每年将湿泥井中之污泥清除一次。将电器控制开关处于自动开启状态，每天观察1～2次，看所有仪表、设备是否处于正常运行状态，一旦发现异常现象，及时处理或向有关部门汇报。每天测一次进出口水的酸碱度。

(4) *污水监测* 生物毒性监测，每月从污水处理池排放口抽取一定量的水注射动物，取家兔2只（体重1.5～2.0千克），各皮下注射2毫升，豚鼠2只（体重300～400克），各肌肉注射1毫升，鸡2只（2～6月龄），各皮下或肌肉注射0.5毫升，观察10天，均应健活。BOD、COD的监测，每年由环保部门进行监测。

2. 污物及动物尸体的处理

(1) 动物的粪便送厂废弃物处理中心高温灭菌后无害化处理。

(2) 所有试验过程中死亡及试验结束后扑杀的动物，做焚烧处理，并做好相关记录。

（尹革芬 王继华）